

RAPPORT D'ACTIVITES

Centre de Recherche et de Formation en Agriculture de Conservation (CERFAC)

Site de Ban Poa

District de Poukhout, province de Xieng Khouang

Campagne 2008



15 Mars 2009

Pascal LIENHARD

Bounma LEUNPHANANG

Sengphanh SAYPHOUMMI

Ienlang PHANTHANIVONG

SOMMAIRE

1 Préambule.....	3
2 Activités de recherche	4
2.1 Amélioration et diversification des systèmes de culture annuels.....	5
2.1.1 Contexte	5
2.1.2 Objectifs	6
2.1.3 Méthodologie et dispositif expérimental.....	7
Choix et description des systèmes de culture comparés.....	Erreur ! Signet non défini.
Dispositif expérimental	8
Suivis réalisés	8
2.1.4 Principaux résultats	9
Analyse agronomique.....	10
Analyse économique	13
Suivi de l'impact des modes d'usage sur la qualité des sols	16
Restitutions organiques	16
Physique du sol.....	17
Densité apparente (Da).....	17
Stabilité structurale (DMP)	19
Biologie du sol	20
Macrofaune du sol	20
Vitesse de dégradation des litières végétales	22
2.2 Amélioration des systèmes d'élevage gros ruminants	24
2.2.1 Contexte	24
2.2.2 Objectifs	25
2.2.3 Méthodologie et dispositif expérimental	25
2.2.4 Principaux résultats	25
2.3 Amélioration des systèmes d'élevage porcin.....	26
2.3.1 Contexte	26
2.3.2 Objectifs	27
2.3.3 Méthodologie et dispositif expérimental	27
2.3.4 Principaux résultats	28
2.4 Amélioration et diversification des systèmes de culture pérenne	29
2.4.1 Contexte	29
2.4.2 Objectifs	30
2.4.3 Méthodologie et dispositif expérimental	30
2.4.4 Principaux résultats	31
3 Activités de formation	31
4 Activités de sensibilisation.....	32
5 Activités de réservoir de matériel génétique	32

1 Préambule

La plaine des jarres est un vaste espace de savanes herbacées couvrant une superficie de plus de 60.000 ha aujourd'hui très peu valorisée par l'agriculture locale du fait de contraintes agronomiques fortes (cf. tableau 1) : acidité, (pH eau moyen de 5.0), carences généralisées en éléments nutritifs (NPK, Calcium et Magnésium), et une forte saturation en aluminium (près de 77% du complexe absorbant) (Hacker et al, 1998 ; Gibson et al, 1999).

Parameters	Plain of Jars (3 sites)	Pine trees area (5 sites)
pH (1:5 water)	4,9 (4,8-5,0)	4,9 (4,7-5,2)
P (BSES) (mg/kg)	6 (5-7)	6 (4-8)
P (Colwell) (mg/kg)	2 (2-3)	2 (1-2)
CEC (meq/100g)	3,1 (2,4-4,2)	3,9 (2,7-5,5)
Al saturation (%)	77 (74-79)	62 (43-81)

Tableau 1: Caractéristiques des sols de la plaine des jarres (d'après Gibson et al, 1999)

C'est pour répondre à ce défi de l'intensification agricole durable que le Centre de Recherche et Formation en Agriculture de Conservation (CERFAC) de Ban Poa est né en 2007 d'une collaboration entre le PRONAE (NAFRI/CIRAD), le PROSA (MAF/CIRAD) et le PAFO de Xieng Khouang.

Le CERFAC de Ban Poa a pour objectifs:

- de conduire une recherche innovante pour la mise au point et le développement de nouveaux itinéraires et activités agricoles basés sur les principes de l'Agriculture de Conservation et des SCV;
- d'assurer la formation de techniciens, d'étudiants, d'agriculteurs... Sur les techniques d'agriculture de conservation ;
- de sensibiliser les acteurs du monde rural et les politiciens aux avantages du SCV et de l'agriculture de conservation par rapport à l'agriculture conventionnelle ;
- de maintenir un pool de matériel végétal (banque de gènes) pouvant permettre notamment d'alimenter les Sul Bolikan Technik de la province.
- de produire travaux scientifiques dans le domaine de l'impact des modes d'usage sur la ressource sol... ces travaux s'inscrivant dans le cadre d'une coopération pluri-institutionnelle (CIRAD, NAFRI, Nabong) dans un objectif de formation diplômante (thèse, master).

2 Activités de recherche

Le CERFAC de Ban Poa est un site de 20 ha situé à l'ouest de la province, dans le district de Poukhout (cf. annexe1).

Les activités de recherche/démonstration menées s'articulent autour de 4 thèmes:

Thème	Champ thématique	Objet d'étude
1	Systèmes de culture annuels	Amélioration et diversification des systèmes de culture annuels
2	Systèmes d'élevage pour ruminants	Opportunités technique et économique d'engraissement de bovins sur pâturage amélioré
3	Systèmes d'élevage pour porcins	Opportunités technique et économique d'amélioration des élevages porcins (bâtiments et systèmes d'alimentation)
4	Systèmes de culture pérennes	Evaluation comportementale de cultures perennes

Les thèmes et les systèmes développés sont issus des travaux de diagnostic, de recherche et de suivi- évaluation menés par le PRONAE pour cette écologie sur la période 2004-2007.

Ces thèmes de recherche s'inscrivent par ailleurs dans les axes stratégiques prioritaires du MAF de 2005, à savoir:

- axe 1: "renforcer l'accès à la sécurité alimentaire",
- axe 2: "développer une agriculture commerciale"
- axe 3: "stabiliser la défriche-brûlis", les systèmes testés visant à une intensification des activités agricoles sur une zone aujourd'hui peu valorisée, intensification qui permettrait de réduire fortement la pression sur les espaces forestiers environnants.

2.1 Amélioration et diversification des systèmes de culture annuels

2.1.1 Contexte

Alors que l'accès à l'autosuffisance alimentaire et la stabilisation de la défriche-brûlis sur les forêts environnantes restent des objectifs prioritaires pour la province, moins de 5% de la surface totale de la plaine des jarres est aujourd'hui utilisée pour la production agricole (statistiques PAFO 2003- 2004).

Le riz est la principale production et couvre plus de 80% des surfaces cultivées (statistiques PAFO 2003- 2004). Il est traditionnellement cultivé dans les zones planes et/ou de résurgence d'eau (bas de colline, cf. Photo 1) qui sont aménagés pour pouvoir amener et maintenir autant que possible une lame d'eau dans les parcelles (travaux de nivellement, d'aménagement de digues et diguettes et selon les possibilités de canaux d'irrigation).



Photo 1 : riziculture dans les zones de résurgence de l'eau (© Grard, 2007)

Cette riziculture nécessite cependant des besoins en eau (mise en boue, maintien d'une lame d'eau permanente) et en main d'oeuvre (notamment pour l'opération de repiquage du riz) importants. Du fait de la raréfaction de la ressource en eau, des problèmes techniques, financiers et sociaux liés à l'aménagement et l'entretien des périmètres irrigués (cf. photo 2), il apparaît nécessaire de développer des systèmes rizicoles alternatifs nécessitant moins d'eau et de main d'oeuvre.

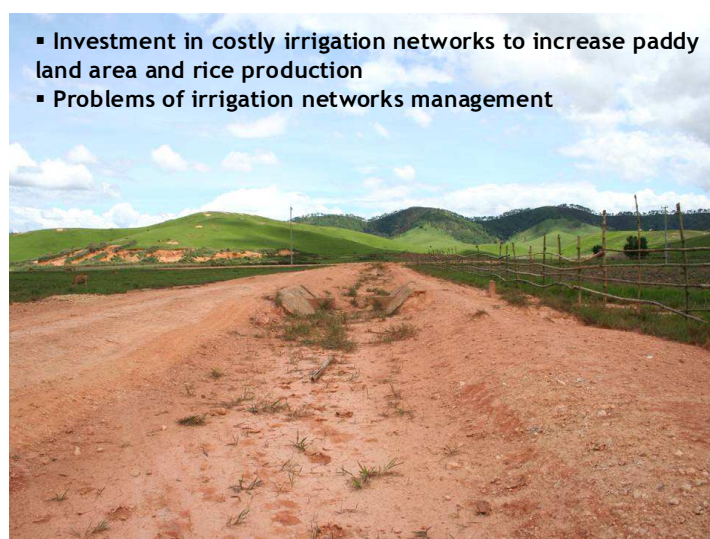


Photo 2: canal d'irrigation ensablé faute d'entretien (© Lienhard, 2007)

De nouveaux modes de mise en valeur agricoles basés sur le labour sont apparus récemment en liaison avec le développement des cultures commerciales (maïs, manioc, eucalyptus) (cf. photo 3 et 4)



Photo 3: cultures de manioc et maïs après labour (© Tivet, 2007)



Photo 4: Labour en courbe de niveau pour l'implantation d'eucalyptus (© Lienhard, 2007)

Ces nouveaux modes de production soulèvent le problème de leur pertinence économique (coûts de production liés au labour, gestion de l'enherbement) et de leur impact écologique (impact sur l'érosion et les matières organiques des sols).

2.1.2 Objectifs

Les objectifs sont donc de développer des systèmes de culture alternatifs à la riziculture traditionnelle et au labour permettant :

- la production de riz hors aménagement rizicole et sans besoin d'irrigation,
- une augmentation et une diversification de la production agricole et,
- une mise en valeur respectueuse du patrimoine sol.

Il s'agit de mesurer sur le moyen-long terme la pertinence économique et agro-écologique (préservation de la qualité des sols) de différentes pratiques culturales.

2.1.3 Méthodologie et dispositif expérimental

Choix et description des systèmes de culture comparés

Il s'agit de comparer l'effet de différents systèmes de culture appliqués à une même séquence culturale sur la production agricole et la qualité des sols.

a- Séquence culturale étudiée

Le choix s'est porté sur une rotation triennale: riz (année 1), maïs (année 2), soja (année 3).

Le choix des espèces et de leur place dans la rotation s'est fait en réponse à 2 logiques complémentaires:

- une première sociale et stratégique: quelles espèces répondant le mieux aux besoins alimentaires de la population locale et aux enjeux stratégiques définis par le gouvernement, à savoir l'autosuffisance alimentaire et le développement des surfaces en cultures commerciales? Le riz reste la culture vivrière et commerciale phare; le maïs et le soja sont les 2 cultures commerciales les plus cultivées sur la province (marchés très porteurs vers le Vietnam).

- une deuxième agronomique: comment organiser la séquence culturale pour rompre le cercle négatif de la monoculture et répondre au mieux aux besoins nutritifs spécifiques de chaque culture? compte tenu de leur tolérance respective à l'alumine (% d'Aluminium sur le complexe absorbant: tolérance riz>soja>maïs), le riz a été mis en tête de rotation; le maïs tolérant mieux un précédent graminée que le riz, a été positionner en 2e année de rotation pour permettre un retour en riz après une culture de légumineuse (soja en 3e année de rotation).

Malgré cette logique agronomique, il a été décidé de cultiver systématiquement chaque année ses 3 cultures afin i) de pallier à la variabilité pluviométrique inter-annuelle et ii) de pouvoir suivre annuellement les gains de productivité pour chaque culture.

Le choix des variétés s'est également fait en réponse à une double logique:

- valorisation de l'existant: l'hybride de maïs LVN10 a été retenu car largement diffusé sur la province

- valorisation des systèmes: afin de mieux distinguer les systèmes et leur impact sur la fertilité des sols, il était important de choisir des variétés répondant le mieux à ces changements; la variété de riz SBT1 a de ce fait été retenue préférentiellement à la variété locale Chao Lao Soung plus rustique (variabilité de réponse aux changements de fertilité plus faible); une variété de soja cambodgienne (Asca) a également été retenue préférentiellement à la variété locale du fait de sa longueur de cycle (cycle moyen vs cycle court) permettant de la récolter hors du pic pluviométrique d'août et permettant ainsi de limiter la variabilité des rendements liée à la pluviométrie lors de la récolte (pertes pouvant aller de 20 à 40%).

b- Systèmes de culture étudiés

Il s'agit de comparer un système de culture conventionnel (témoin) basé sur le labour à trois systèmes de culture conduits en Semis direct sous Couverture Végétale (SCV).

- Le système conventionnel témoin se base sur un labour à la charrue à disques, une absence d'associations/successions avec les cultures principales cultivées et un enfouissement des résidus de récolte.

- Les 3 systèmes SCV reposent sur l'application simultanée des 3 principes suivants:

- i) aucun travail du sol (semis direct)

- ii) une couverture végétale permanente du sol

- iii) des associations et/ou successions privilégiant la diversité des espèces cultivées

Les 3 systèmes se différencient sur le type d'association végétale utilisée comme précédent restructurant en première année avant la mise en culture et en association avec le maïs (3 mélanges : *B. ruziziensis* + *Cajanus cajan*, *Eleusine coracana* + *cajanus cajan*, *Eleusine* + *Stylosanthes guianensis*) ; le riz et le soja étant dans les 3 systèmes associés respectivement à du ruzi+stylo et de l'avoine+sarrazin.

c- Récapitulatif de la logique d'assolement

SYST	2007	2008	2009	2010
Semis direct	B. ruzi + Cajanus	Riz + Stylo	Mais + Brac+caj	Soja CM + avoine+sar
		Soja CM + avoine+sar	Riz + Stylo	Mais + Brac+caj
		Mais + Brac+caj	Soja CM + avoine+sar	Riz + Stylo
	Eleusine + Cajanus	Riz + Stylo	Mais + Eleu + caj	Soja CM + avoine+sar
		Soja CM + avoine+sar	Riz + Stylo	Mais + Eleu + caj
		Mais + Eleu + caj	Soja CM + avoine+sar	Riz + Stylo
	Stylo + Eleusine	Riz + Stylo	Mais + Eleu+stylo	Soja CM + avoine+sar
		Soja CM + avoine+sar	Riz + Stylo	Mais + Eleu+stylo
		Mais + Eleu+stylo	Soja CM + avoine+sar	Riz + Stylo
Labour	Paturage naturel	Riz	Maïs	Soja CM
		Soja CM	Riz	Maïs
		Maïs	Soja CM	Riz

d- Niveaux de fertilisation testés

S'il est attendu un impact de la qualité des restitutions organiques faites au sol (types de résidus produits et restitués) il est également attendu un impact de la quantité de ces restitutions organiques.

De fait, 3 différents niveaux de fertilisation d'entretien sont appliqués dans l'essai.

- Fumure de redressement : identique pour tous les traitements

2T/ha de CaCO₃ apporté en 2 fois (1T/ha/an en début de cycle lors des 2 premières années)

Correction en microéléments: 10 kg/ha de Borax, 20 kg/ha de MnSO₄ et 20 kg/ha de ZnSO₄, application au sol en début de cycle la 1^e année; correction en S : 30 kg/ha, application au sol en début de cycle de la 2^e année; correction en Cu (5 kg/ha de CuSO₄), application au sol en début de 3^e année

- Fertilisation d'entretien :

3 niveaux de fertilisation pour les céréales (riz et maïs) : F1 (60-80-60 kg/ha de NPK, chaque année), F2 (120-160-120 kg/ha de NPK chaque année), F3 (F2 lors des 2 premières années, F1 par la suite)

3 niveaux pour le soja : F1b (32-80-60 kg/ha de NPK, chaque année), F2b (32- 160-120 kg/ha de NPK, chaque année), F3b (F2 la première année sur le précédent, F2b lors de la première année de soja puis F1b les 2 années restantes)

Le N est amené sous forme d'urée (46% N), le P₂O₅ sous forme de thermophosphate (16% de P₂O₅ contenant en outre 28% de CaO et 21% de MgO) et le K₂O sous forme de KCl (60% de K₂O).

Dispositif expérimental

Les essais comparatifs sont réalisés sur une surface de plus de 13 ha.

La matrice expérimentale comporte 3 facteurs, 36 traitements (cf. tableau2: 3x4x3 modalités), 108 parcelles élémentaires (3 répétitions de chaque traitement) de 900 m² chacune.

Facteurs	Modalités
<i>Culture principale</i>	<i>3 espèces en rotation : Riz, Maïs, Soja (rotation triennale)</i>
<i>Système de culture (mode de préparation des sols x association culturale)</i>	<i>4 systèmes comparés :</i> <i>* 1 Témoin Conventionnel (CV) : Labour x culture pure x enfouissement des résidus de culture</i> <i>* 3 systèmes SCV (non labour x associations végétales x mulch) se différenciant sur les associations végétales:</i> <i>- SCV1 : Précédent en année 1 "B. ruziziensis +cajanus cajan", puis rotation triennale riz+stylo / maïs + ruzi+caj / soja + avoine + sarrazin</i> <i>- SCV2 : Année 1 "Eleusine coracana + cajanus", puis rotation triennale riz+stylo / maïs + eleusine + cajanus / soja + avoine + sarrazin</i> <i>- SCV3 : Année 1 "Eleusine coracana + stylosanthes", puis rotation triennale riz+stylo / maïs + El+stylo / soja + avoine + sarrazin</i>
<i>Fertilisation d'entretien</i>	<i>3 niveaux d'entretien (F1=moyen, F2=fort, F3=fort puis moyen)</i>

Tableau 2: Facteurs et modalités étudiés sur le dispositif de Ban Poa

Le dispositif statistique est un dispositif en split-split plot, avec le facteur « culture principale » en sous bloc, « système de culture » en sous-sous bloc et « fertilisation » en parcelle élémentaire (cf. annexe 2)

Suivis réalisés

Evaluation des performances économiques :

Des suivis sont réalisés pour mesurer sur le moyen-long terme l'impact de différents modes d'usage sur la productivité des sols et la performance économique des agrosystèmes.

Suivis parcellaires	Rendements (kg/ha)
	Coûts de production (kips /ha)
	Main d'œuvre (h.j./ha)
Indicateur de performance économique	Marge brute (kips /ha)
	Marge nette (kips /ha)
	Productivité du travail (kips /h.j)

Evaluation des performances agro-écologiques:

Des suivis sont également réalisés pour mesurer sur le moyen-long terme l'impact de différents modes d'usage sur la qualité des sols.

La qualité des sols peut être définie, et est entendu ici, par les services rendus par la ressource sol. Ces services se classent en 2 catégories:

- économique et social: capacité des sols à produire des aliments en quantité (enjeux forts de développement d'accès à l'auto suffisance alimentaire, lutte contre la pauvreté, limitation des flux migratoires etc. dans des pays d'intervention de l'unité où le secteur agricole est un secteur économique et social primordial) et en qualité (pesticide free); les thématiques scientifiques tournant autour de cette question de la production agricole étant des thématiques agronomiques liées principalement à la gestion de la fertilité des sols et notamment des MOS.

- environnemental: le sol, source de biodiversité (la biodiversité du vivant est dans les sols), puit ou source de C (GES et réchauffement climatique), rôle dans la protection contre les pollutions (zone tampon), dans la régulation des flux (eau, matière, énergie) etc.

Les suivis sur le dispositif sont focalisés sur les services se situant les plus à l'interface entre Agronomie (Economique et social) et Environnement (services dits agri-environnementaux).

3 indicateurs ont été identifiés (cf. tableau ci-dessous) selon leur importance en tant que service "agri- environnemental" rendu, leur facilité de suivi et leur pertinence comme indicateurs synthétiques d'impact potentiel (objectif de feed back pour l'évaluation des systèmes construits).

Indicateur de service	Type de service	
	Agronomique (éco & social)	Environnemental
Matières Organiques des Sols et Corga	Indicateur synthétique de la fertilité des sols (chimique, physique et biologique)	Formes de C et potentiel de séquestration du C
Biodiversité des sols	Diversité fonctionnelle (processus chimiques d'humification et minéralisation des MOS)	Diversité totale et fonctionnelle (lutte contre pollutions, pestes etc.)
Stabilité structurale	Rôle dans la dynamique des MOS (protection physique) et les flux (gazeux et H ₂ O)	rôle dans la lutte contre l'érosion

Une comparaison est faite entre différents agro-systèmes (labour vs SCV) et l'écosystème naturel environnant (savane herbacée).

2.1.4 Principaux résultats

2.1.4.1. Analyse agronomique

Des illustrations des mises en place 2008 sont présentées dans les photos 5 à 11.



Photo 5: Semis de riz, soja et maïs sur résidus d'Eleusine+cajanus



Photo 6: Semis de riz et maïs sur labour



Photo 7: Riz et soja à maturité



Photo 8: Hétérogénéité parcellaire: inondation sur blocs en bas de toposéquence



Photo 9: Attaque de pyriculariose sur riz sur les blocs labour



Photo 10: Carence en Manganèse (Mn) sur riz



Photo 11: Mauvaise gestion de l'association dans l'itinéraire maïs+riz+cajanus

La conduite de cette nouvelle campagne soulève un certain nombre de problèmes techniques, agronomiques et expérimentaux

i) Technique: la maîtrise technique des itinéraires SCV reste encore à améliorer; un certain nombre de problèmes ont été rencontrés qui ont pesé sur les rendements finaux et seront à corriger pour la prochaine campagne:

- maîtrise des semis dans des mulch importants: problème de délais entre date de dessiccation des couvertures et date de semis des cultures, problème de réglage du semoir (profondeur de semis) d'où des semis très hétérogènes de maïs sur les blocs avec fortes biomasses résiduelles (ruzi+cajanus)

- maîtrise des associations entre culture principale et cultures associées: recrues de B. ruzi mal contrôlées dans maïs (photo 11); semis trop tardif du stylosanthes dans le riz

ii) Agronomique

- Carences encore visible sur riz en Manganèse (photo 10)

- Problèmes phytosanitaires: attaque de pyriculariose sur riz sur les blocs labour (photo 9) et toxicité phytosanitaire sur blocs riz SCV liée à un surdosage en Metsulfuron+chlorimuron (herbicide sélectif de post-levée)

- Performance du matériel végétal: résultats soja médiocres; beau développement végétatif mais faible fructification et faible remplissage des gousses; la variété devra encore être évaluée lors de la campagne suivante et au besoin remplacée

iii) expérimental: il existe un différentiel entre haut et bas du dispositif (zone haute bien drainante, zone basse plus hydromorphe: problèmes de stagnation d'eau sur certains blocs cf. photo 8); cette hétérogénéité parcellaire, qui n'avait pas été diagnostiquée lors de l'implantation du site qui va poser problème pour l'analyse entre répétitions.

2.1.4.2. Analyse économique

Les analyses économiques détaillées pour chaque espèce cultivée sont présentées en annexes 3, 4 et 5.

Des synthèses comparatives inter-systèmes et inter-annuelles sont présentées dans les graphiques 1 à 8.

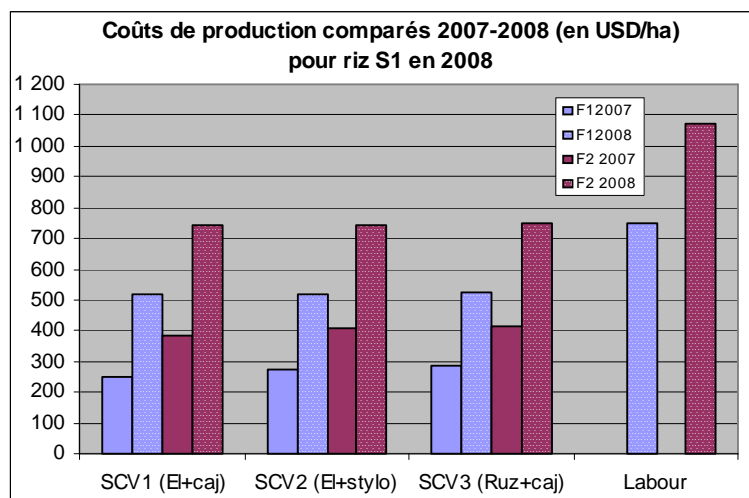
Coûts de production

Les coûts de production 2008 varient de 520 à 530 USD/ha en SCV-fertilisation F1 et de 740 à 750 USD/ha en SCV-F2 (cf. graphe 1). Ces coûts de production sont en augmentation forte par rapport à ceux de 2007 du fait essentiellement de l'augmentation (non prévue) du coût de la fumure (+80% cf tableau 2) lié à l'augmentation du prix du baril de pétrole.

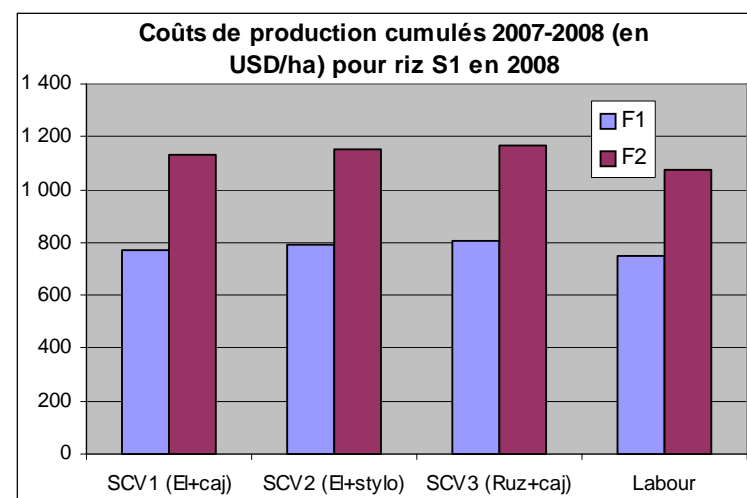
Les coûts de production 2008 en itinéraire labour sont de 750 USD/ha en F1 et de 1070 USD/ha en F2. Ils sont supérieurs à ceux en SCV du fait du report de la fertilisation 2007 en 2008 (fumure de correction en Ca, P205 et microéléments compensée en 2008 pour que les blocs SCV et labour puissent être comparés) (cf. graphe 1).

	coût unitaire	2007	2008	Différence (USD)	Différence (%)
Urée	USD/T	340	510	170	50%
Thermophosphate	USD/T	100	190	90	90%
KCl	USD/T	300	650	350	117%
F1 (60-80-80)	USD/ha	124	226	102	82%
F2 (120-160-120)	USD/ha	248	453	204	82%

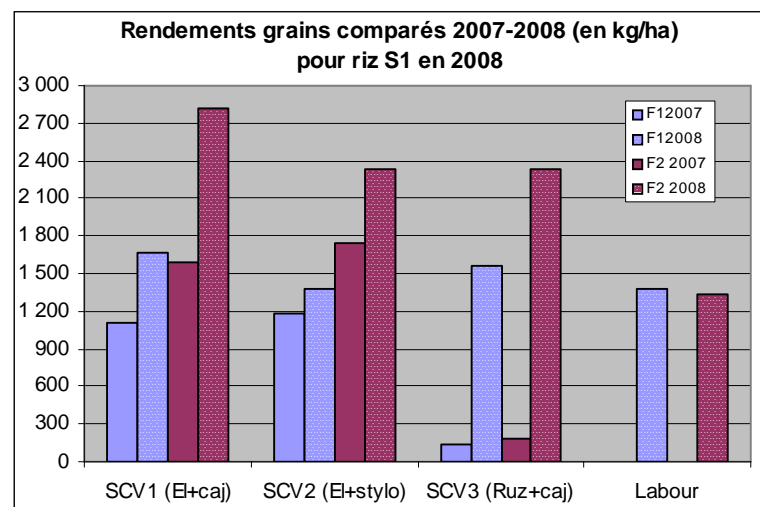
Tableau 2: Evolution du coût de la fertilisation NPK entre 2007 et 2008



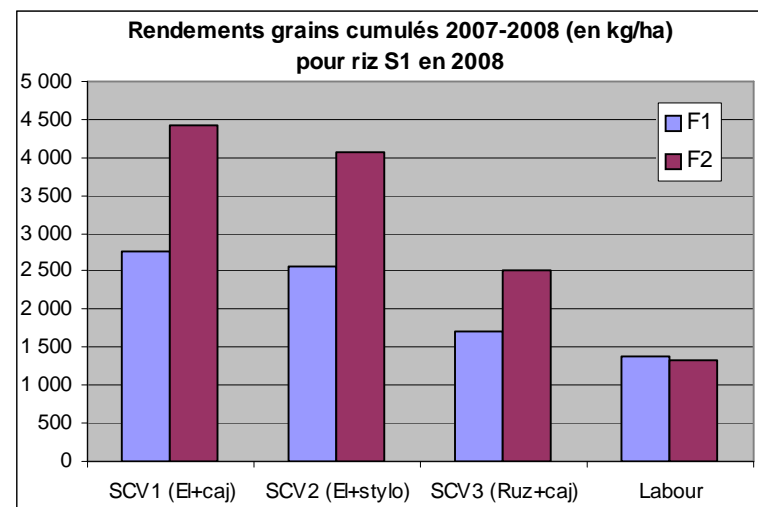
Graphe 1: coûts de production annuels comparés (2007-2008, en USD/ha)



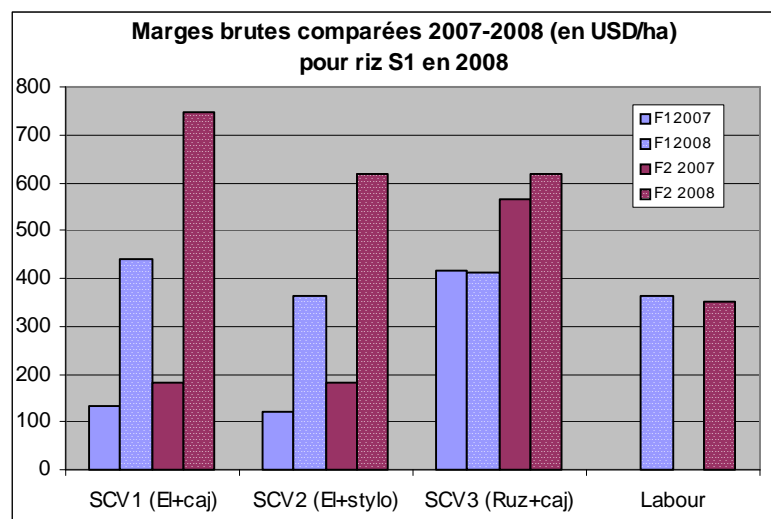
Graphe 2: coûts de production cumulés (2007-2008, en USD/ha)



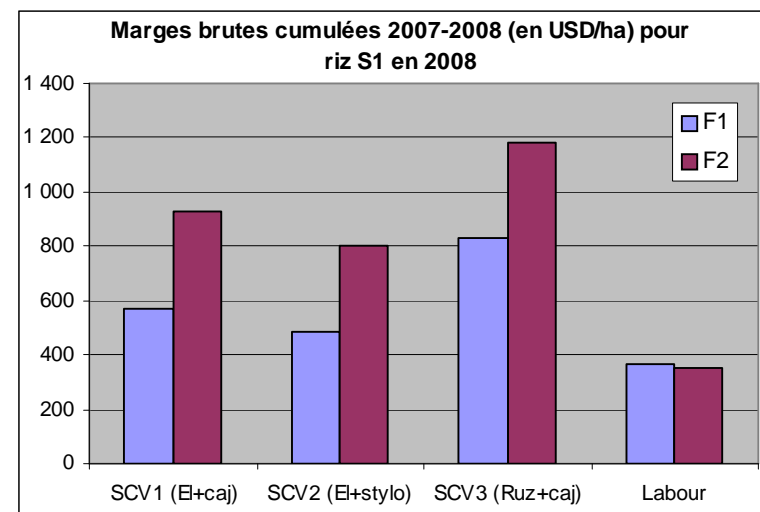
Graphe 3: Rendements grains comparés (2007-2008, en kg/ha)



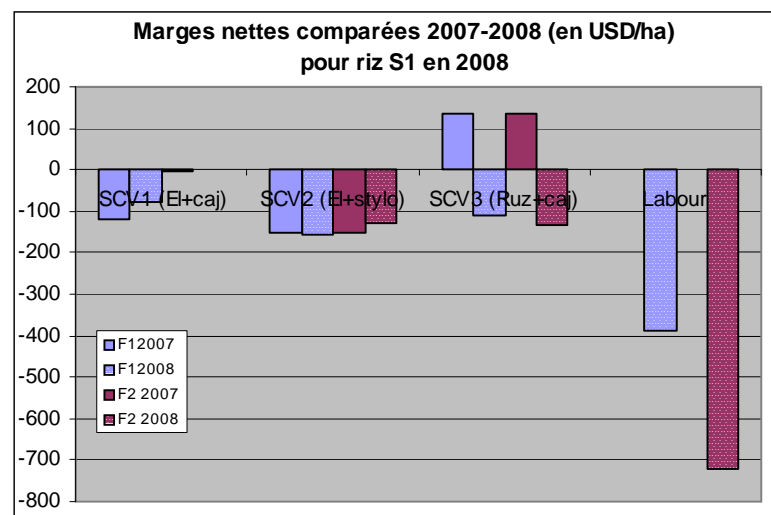
Graphe 4: Rendements grains cumulés (2007-2008, en kg/ha)



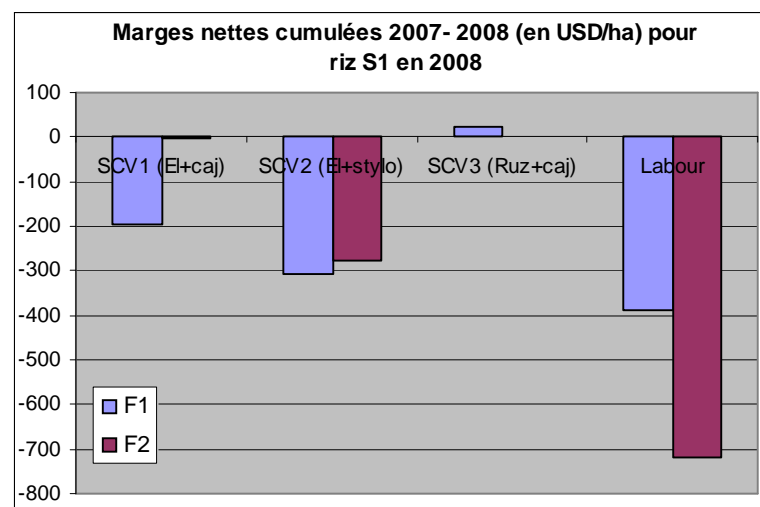
Graphe 5: Marges brutes annuelles comparées (2007-2008, en USD/ha)



Graphe 6: Marges brutes annuelles cumulées (2007-2008, en USD/ha)



Graphe 7: Marges nettes annuelles comparées (2007-2008, en USD/ha)



Graphe 8: Marges nettes annuelles cumulées (2007-2008, en USD/ha)

Rendements

Du fait des problèmes phytosanitaires décrits dans le chapitre précédent (attaque de pyriculariose et toxicité au Chlorimuron), les rendements moyens obtenus sont plus faibles qu'espérés. Il faudra également voir lors des campagnes suivantes si le matériel végétal reste adapté aux systèmes de culture et à l'amélioration de la fertilité des sols.

Les rendements varient de 1400 à 1700 kg/ha en SCV-F1, de 2400 à 2800 kg/ha en SCV-F2 et sont d'environ 1400 kg/ha en labour (F1 et F2) (cf. graphe 3)

Marges brutes

Si l'on exclut le cas spécifique du labour-F2 (fortes attaques de pyriculariose), les marges brutes riz 2008 sont sensiblement similaires entre les différents systèmes.

Elles varient de 350 à 430 USD/ha en F1 et de 610 à 740 USD/ha en F2.

Marges nettes

Les marges nettes riz 2008 sont négatives pour l'ensemble des systèmes.

Pour les systèmes SCV, elles varient de -80 à -160USD/ha en F1 et de 0 à -130 USD/ha en F2. Ces résultats négatifs sont liés à l'augmentation des coûts de la fertilisation (+102 USD/ha pour F1 et +202 USD/ha pour F2) qui n'est pas compensée par une augmentation de la valeur de la production agricole (prix de vente du riz constant).

Pour le système conventionnel labour, les marges varient de -390USD/ha à -720USD/ha pour F1 et F2 respectivement. Outre le facteur coût de production (coût de la fertilisation), ces résultats s'expliquent par les résultats agronomiques (attaque de pyriculariose, rendements faibles).

L'analyse cumulée 2007-2008 montre des résultats pour l'instant toujours négatifs pour l'ensemble des agro- systèmes évalués.

Les essais doivent être poursuivis pour pouvoir i) évaluer sur le moyen-long terme les délais de retour sur investissement, ii) distinguer ce qui dépend pour l'analyse économique des systèmes (impact des pratiques sur la fertilité des sols et sur le contrôle des pestes) et des variations de l'environnement économique extérieur.

2.1.4.3. Suivi de l'impact des modes d'usage sur la qualité des sols

Restitutions organiques

L'un des objectifs attendus pour la période 2007-2012 est d'adapter un outil synthétique de prédiction de la capacité de séquestration du Carbone sous SCV pouvant servir à la prise de décision par les décideurs nationaux.

La variation des stocks de Carbone sera estimée via le modèle uni-compartimental d'Hénin Dupuis (1947) décrit ci-dessous:

$$dC/dt = - K2 C + K1 A$$

avec:

dC/dt = changing rate of soil organic C with the time

C = soil organic carbon stock (Mg.ha⁻¹)

A = annual addition rate of C for the soil (Mg.ha⁻¹)

K2 = annual oxidation rate of the SOC represented by decomposition of crop residues and the mineralization of the soil organic C (Mg.ha⁻¹).

K1 = humification coefficient of C derived of the crop residues

Des suivis des restitutions organiques (pailles et racines laissées après récolte) sont réalisés pour estimer le taux annuel moyen de restitution en Corga au sol (A).

Les résultats pour le riz S1 sont présentés dans le tableau 3.

Pailles riz S1 résiduelles ¹ (kg MS/ha) à la récolte	60-80- 60			120-160-120		
	Moy	Stdev	CV (%)	Moy	Stdev	CV (%)
SCV1 (El+caj)	2 580	876	34%	2 458	1 339	54%
SCV2 (El+sty)	2 236	582	26%	2 435	810	33%
SCV3 (ruz+caj)	2 743	77	3%	2 403	623	26%
¹ mesurés pour chaque parcelle élémentaire sur 10 placettes de 4 m ²						
Biomasses racinaires résiduelles riz ² (kg MS/ha)	60-80- 60			120-160-120		
	Moy	Stdev	CV (%)	Moy	Stdev	CV (%)
SCV1 (El+caj)	482	110	23%	818	205	25%
SCV2 (El+sty)	398	57	14%	678	126	19%
SCV3 (ruz+caj)	453	129	28%	678	131	19%
² estimées à partir des rdt grains selon la formule biom racinaire riz (kg MS/ha) = 0,29*rdt (kg/ha) (Sà et al, 2001)						
Biomasse total (aér+rac) restituées (kg MS/ha)	60-80- 60			120-160-120		
	Moy	Stdev	CV (%)	Moy	Stdev	CV (%)
SCV1 (El+caj)	3 063			3 277		
SCV2 (El+sty)	2 634			3 113		
SCV3 (ruz+caj)	3 197			3 082		
Estimation de A ³ (kg C/ha)	60-80- 60			120-160-120		
	Moy	Stdev	CV (%)	Moy	Stdev	CV (%)
SCV1 (El+caj)	1 378			1 474		
SCV2 (El+sty)	1 185			1 401		
SCV3 (ruz+caj)	1 439			1 387		
³ environ 45% des biomasses restituées						

Tableau 3: suivi des restitutions organiques au sol

Les restitutions en C sont moyennes (de 1,2 à 1,5 T de C restitué/ha toute fertilisation et système confondu) et sont bien moindre qu'en 2007 (valeurs allant de 4 à 5 T de C restitué/ha en F1 à 5 à 6,2 T de C/ha en F2).

Un bilan global des apports de C devra être réalisé à la fin de la rotation triennale (fin 2010).

Physique du sol

Densité apparente (Da)

La densité apparente (Da) est exprimée en kg/dm³ et représente la porosité totale du sol.

Elle est mesurée sur un échantillon de sol non remanié (prélevé avec un cylindre).

Plus la Da est faible, plus la porosité totale de mon sol est grande. Inversement, plus elle est élevée, plus mon sol est compacté.

Le mode opératoire est présenté en annexe 6.

1170 échantillons ont été traités en 2008

Les résultats sont présentés dans les tableaux 4, 5 et 6 ci-dessous.

Situation culturale	Horizon	Ferti	Nb échant	date prelevement	Da moy	Std dev	CV	Da moy (% témoin)
Pât >20 ans	0-10cm	F0	120	15/04 au 05/07	1,44	0,1282	8,9%	100%
SCV1_ElCaja	0-10cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,36	0,1451	10,7%	94%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,38	0,1624	11,8%	96%
SCV2_Elstyle	0-10cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,33	0,1481	11,2%	92%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,36	0,1061	7,8%	94%
SCV3_RuziCaj	0-10cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,36	0,1445	10,6%	94%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,31	0,1476	11,3%	91%
Labour	0-10cm	F1	9	15/09 au 15/10	1,35	0,1456	10,8%	94%
		F2	18	15/09 au 15/10	1,36	0,0559	4,1%	94%

Tableau 4: Comparaison des Densités moyennes (Da) du sol pour l'horizon 0-10cm

Situation culturale	Horizon	Ferti	Nb échant	date prelevement	Da moy	Std dev	CV	Da moy (% témoin)
Pât >20 ans	10-20cm	F0	120	15/04 au 05/07	1,54	0,165283	10,8%	100%
SCV1_ElCaja	10-20cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,48	0,139455	9,4%	97%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,48	0,171108	11,5%	97%
SCV2_Elstyle	10-20cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,45	0,155337	10,7%	94%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,46	0,119018	8,2%	95%
SCV3_RuziCaj	10-20cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,46	0,151943	10,4%	95%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,41	0,135211	9,6%	92%
Labour	10-20cm	F1	9	15/09 au 15/10	1,45	0,165101	11,4%	94%
		F2	18	15/09 au 15/10	1,48	0,097460	6,6%	96%

Tableau 5: Comparaison des Densités moyennes (Da) du sol pour l'horizon 10-20cm

Situation culturale	Horizon	Ferti	Nb échant	date prelevement	Da moy	Std dev	CV	Da moy (% témoin)
Pât >20 ans	20-30cm	F0	120	15/04 au 05/07	1,60	0,135946	8,5%	100%
SCV1_ElCaja	20-30cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,55	0,119717	7,7%	97%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,54	0,177772	11,5%	96%
SCV2_Elstyle	20-30cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,52	0,142555	9,4%	95%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,51	0,126721	8,4%	95%
SCV3_RuziCaj	20-30cm	F1	27	15/09 au 15/10	1,53	0,141500	9,2%	96%
		F2	54	15/09 au 15/10	1,47	0,142719	9,7%	92%
Labour	20-30cm	F1	9	15/09 au 15/10	1,50	0,200275	13,3%	94%
		F2	18	15/09 au 15/10	1,54	0,088349	5,7%	96%

Tableau 6: Comparaison des Densités moyennes (Da) du sol pour l'horizon 20-30cm

Les densités apparentes du témoin écosystème naturel sont de 1,44; 1,54 et 1,60 kg/dm³ respectivement pour les horizons 0-10cm, 10-20cm et 20-30cm.

On observe une légère amélioration de ces Da (donc de la porosité du sol) pour l'ensemble des agro-systèmes évalués (SCV comme labour).

Cette amélioration n'est pas plus importante en labour que sous SCV (ie labour biologique aussi efficace que travail mécanique).

On n'observe pas à ce stade d'impact de la fertilisation sur les Da.

Stabilité structurale (DMP)

La stabilité des agrégats est évaluée par la méthode de Yoder qui permet de déterminer un Diamètre Moyen des Particules (DMP ou Water Stable Agregate) après tamisage dans l'eau.

Le DMP est exprimé en millimètre (mm). Plus le DMP est élevé plus la structure du sol est considérée comme stable.

Le mode opératoire est présenté en annexe 7.

1182 échantillons ont été traités en 2008.

Les résultats sont présentés dans les tableaux 7, 8 et 9 ci-dessous.

Situation culturale	Horizon	Ferti	Nb échant	date prelevement	DMP moy	Std dev	CV	DMP moy (% témoin)
Pât >20 ans	0-10cm	F0	124	01/09 au 20/10	7,37	0,842192	11,4%	100%
SCV1_ElCaja	0-10cm	F1	27	20/08 au 20/10	7,84	0,873323	11,1%	106%
		F2	54	20/08 au 20/10	7,26	0,513842	7,1%	98%
SCV2_Elstyle	0-10cm	F1	27	20/08 au 20/10	7,46	0,588437	7,9%	101%
		F2	54	20/08 au 20/10	7,49	0,457464	6,1%	102%
SCV3_RuziCaj	0-10cm	F1	27	20/08 au 20/10	7,65	0,727670	9,5%	104%
		F2	54	20/08 au 20/10	7,49	0,723325	9,7%	102%
Labour	0-10cm	F1	9	15/09 au 15/10	5,28	1,041701	19,7%	72%
		F2	18	15/09 au 15/10	6,10	0,540940	8,9%	83%

Tableau 7: Comparaison de la stabilité structurale du sol (via le Diamètre Moyen des Particules DMP) pour l'horizon 0-10cm

Situation culturale	Horizon	Ferti	Nb échant	date prelevement	DMP moy	Std dev	CV	DMP moy (% témoin)
Pât >20 ans	10-20cm	F0	124	01/09 au 20/10	6,60	0,755259	11,4%	100%
SCV1_ElCaja	10-20cm	F1	27	20/08 au 20/10	7,12	0,793798	11,1%	108%
		F2	54	20/08 au 20/10	6,57	0,692067	10,5%	100%
SCV2_Elstyle	10-20cm	F1	27	20/08 au 20/10	6,61	0,571057	8,6%	100%
		F2	54	20/08 au 20/10	6,72	0,551912	8,2%	102%
SCV3_RuziCaj	10-20cm	F1	27	20/08 au 20/10	7,18	0,698881	9,7%	109%
		F2	54	20/08 au 20/10	6,86	0,709440	10,3%	104%
Labour	10-20cm	F1	9	15/09 au 15/10	5,81	0,336033	5,8%	88%
		F2	18	15/09 au 15/10	6,23	0,720578	11,6%	94%

Tableau 8: Comparaison de la stabilité structurale du sol (via le Diamètre Moyen des Particules DMP) pour l'horizon 10-20cm

Situation culturale	Horizon	Ferti	Nb échant	date prelevement	DMP moy	Std dev	CV	DMP moy (% témoin)
Pât >20 ans	20-30cm	F0	124	01/09 au 20/10	6,00	0,647564	10,8%	100%
SCV1_ElCaja	20-30cm	F1	27	20/08 au 20/10	6,53	0,756927	11,6%	109%
		F2	54	20/08 au 20/10	5,79	0,830505	14,3%	97%
SCV2_Elstyle	20-30cm	F1	27	20/08 au 20/10	6,01	0,866449	14,4%	100%
		F2	54	20/08 au 20/10	5,98	0,615914	10,3%	100%
SCV3_RuziCaj	20-30cm	F1	27	20/08 au 20/10	6,33	0,789042	12,5%	105%
		F2	54	20/08 au 20/10	6,12	0,848579	13,9%	102%
Labour	20-30cm	F0	124	01/09 au 20/10	6,00	0,647564	10,8%	100%
	20-30cm	F1	27	20/08 au 20/10	6,53	0,756927	11,6%	109%

Tableau 9: Comparaison de la stabilité structurale du sol (via le Diamètre Moyen des Particules DMP) pour l'horizon 20-30cm

Les Diamètres Moyens de Particules (DMP) du témoin écosystème naturel après tamisage dans l'eau sont de 7,37; 6,60 et 6,0 mm respectivement pour les horizons 0-10cm, 10-20cm et 20-30cm. Les valeurs décroissantes soulignent le rôle de l'activité biologique des sols (racines, faune et flore du sol) dans la stabilité structurale, activité biologique qui est plus importante dans les horizons de surface qu'en profondeur.

Cette stabilité reste inchangée pour l'ensemble des systèmes SCV.

On observe cependant une diminution de la stabilité sous labour pour les horizons 0-10cm et 10-20cm (cf. tableaux 6 et 7).

On n'observe pas à ce stade d'impact de la fertilisation sur les DMP.

Biologie du sol

Macrofaune du sol

La macrofaune du sol correspond à l'ensemble de la faune de taille supérieure à 2mm (voir l'annexe 8 pour les principales espèces considérées). Le suivi de la macrofaune du sol est un indicateur intéressant:

a) de l'activité biologique des sol puisque la faune est impliquée dans divers processus biochimiques tels que:

- (i) la fragmentation et l'enterrement des résidus de récoltes et d'animaux,
- (ii) les processus de bioturbation (éléments du sous-sol apportés à la surface de sol, redistribution de matière organique) et,
- (iii) la macro-porosité des sols (galeries etc.).

Le suivi de la macrofaune du sol porte sur des aspects qualitatifs (nombre de taxons/familles dans le sol) et quantitatifs (nombre d'individus par m², poids des individus par m²) (détail de la méthodologie cf. annexe 8).

Le détail des suivis est présenté dans le tableau 9 ci-dessous. 200 échantillons de sol ont été analysés.

Dates de prélèvement	Début mai
Situations culturales	Paturage naturel (bord site ou hors site), labour (bloc6), ruzi+caja (bloc 5), Eleus+Stylo (bloc 7), Eleus+caja (bloc 8)
Horizons	litiere, 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm
Modalités de prélèvements	Prélèvement sur un transect ; Comptage sur des carrés de 25cm x25cm
Nb repetitions	10 rep par traitement
Nb total d'échantillons	200

Tableau 9: Modalités de suivi de la macrofaune du sol (Poa, 2008).

Les résultats sont présentés dans les figures 1 et 2 suivantes.

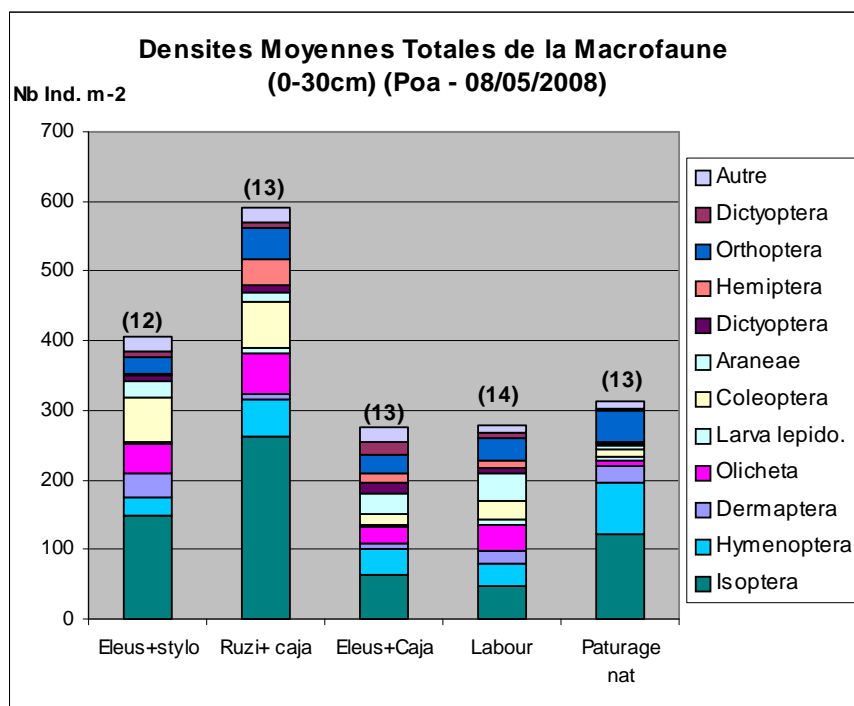


Figure 1: Densités moyennes totales de la macrofaune (Nb ind/ m2) pour l'horizon 0-30cm.

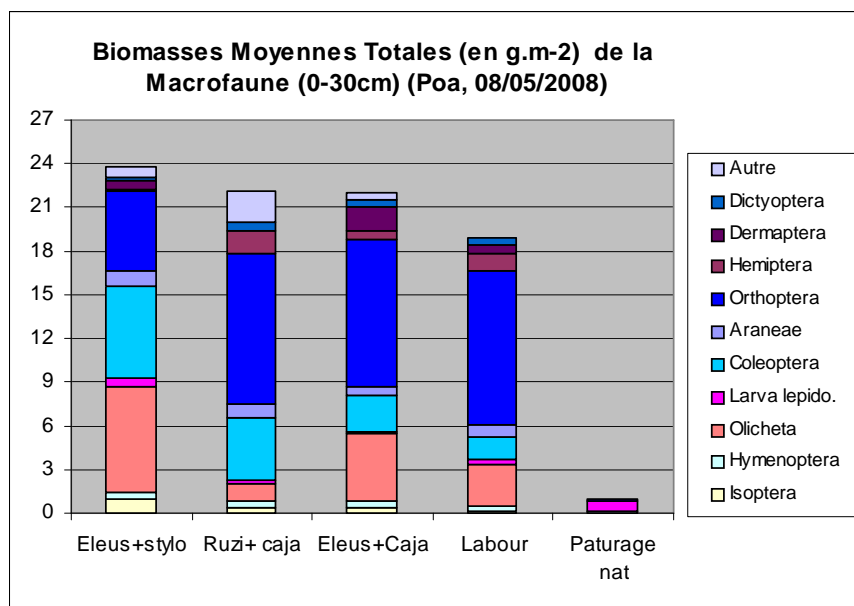


Figure 2: Biomasses moyennes totales de la macrofaune (g/ m2) pour l'horizon 0-30cm.

Diversité totale de la macrofaune du sol pour l'horizon 0-30cm:

On observe à ce stade peu de différences significatives entre écosystème naturel (savane) et agro-systèmes (SCV comme labour) pour la diversité totale de la macrofaune du sol; le nombre de taxon varie de 12 à 14, les taxons dominants étant isopetera, hymenoptera et Orthoptera (respectivement termites, fourmis et criquets).

Densités moyennes totales de la macrofaune (Nb ind/ m²) pour l'horizon 0-30cm:

On observe des différences significatives entre pâturage naturel, labour et SCV 1 (El+caj) d'une part et SCV2 (El+stylo) et SCV3 (ruzi+caj) d'autre part avec des densités moyennes respectives de 280, 400 et 600 individus/m² (soit 2,8; 4 et 6 millions d'individus par hectare).

Ces différences sont notamment liées à un nombre de termites plus important sous SCV2 et SCV3, ce taxon semblant être favorisé par les fortes biomasses de ruzi et d'Eleusine restituées.

On notera également un nombre plus important de vers de terre (olicheta) dans les agro-systèmes par rapport à l'écosystème naturel.

Biomasses moyennes totales de la macrofaune (g/ m²) pour l'horizon 0-30cm:

On observe des différences marquées entre systèmes SCV, labour et écosystème naturel avec des valeurs de biomasses moyennes respectivement de 22, 19 et 1 g/m² (soit 220, 190 et 10 kg/ha, ce qui montre l'importance de cette faune dans le milieu sol!).

Les biomasses sont dominées par orthoptera, coleoptera et olicheta (respectivement, criquets, coléoptères et vers de terre) pour SCV et labour et par les larves de lepidoptères (papillons) pour l'écosystème naturel.

L'impact des modes d'usage sur la macrofaune du sol sera à nouveau évaluer en 2011.

Vitesse de dégradation des litières végétales

Les couverts végétaux jouent un rôle central dans les itinéraires SCV (contrôle des adventices, libération progressive des nutriments, maintien de l'humidité du sol etc.). La vitesse de dégradation des litières végétales est un paramètre de sélection des associations.

Un essai a donc été monté en 2008 pour essayer de caractériser la dynamique de décomposition de ces couvertures et/ou associations de couvertures végétales.

Mode opératoire

Les suivis sont réalisés à l'aide de "liter bags" (littéralement sac de litières) métalliques (dimension 15x20cm, maille de 2mm) déposés à même le sol (en situation réelle) et retirés périodiquement pour suivre par pesée la biomasse résiduelle dans les sacs

Dispositif expérimental

Le tableau 10 présente le détail des prélèvements réalisés en 2008 pour le suivi de la vitesse de décomposition de litières végétales sur Poa.

Un total de 168 échantillons ont été prélevés et traités.

Suivi	Vitesse dégradation litière
Date de prélèvement des liter bags	To+10j, 20j, 30j, 60j, 90j, 120j et 150j
Type de litière	B. ruzi + cajanus (bloc 21) Eleusine + cajanus (bloc 22) Eleusine + stylosanthes (bloc 23)
Modalités de prélèvements	Prélèvement suivant un plan parcellaire
Nb répétitions	8 liter bags /date de prelevement
Nb total de liter bags	168

Tableau 10: Prélèvements réalisés en 2008 pour le suivi de la vitesse de décomposition de litières végétales

Résultats

La figure 3 montre un exemple de courbes de vitesse de dégradation obtenue pour une litière mixte d'Eleusine coracana et de Cajanus cajan. La courbe exprime un pourcentage de perte de litière par jour. Elle permet d'obtenir des courbes de tendance, linéaire ou polynomiale.

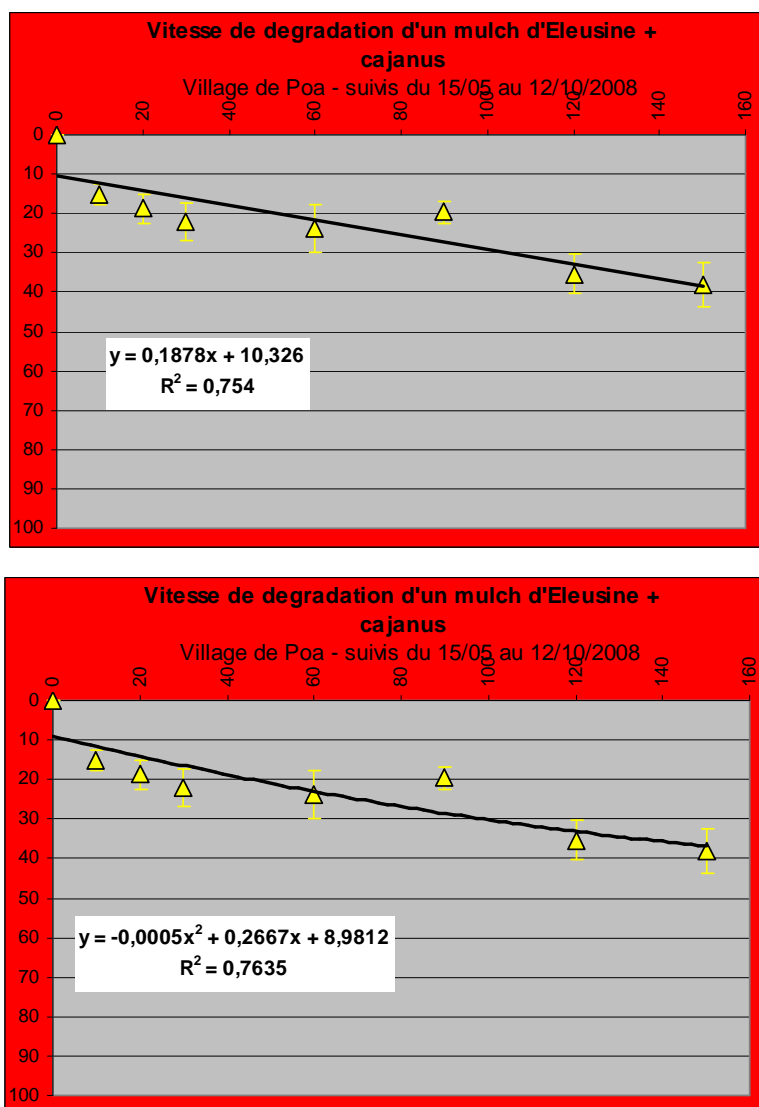


Figure 3: Vitesse de dégradation d'une litière mixte d'Eleusine coracana et de Cajanus cajan (régressions linéaires et polynomiales) (Poa, 2008)

L'ensemble des formules obtenues sont rappelées dans le tableau 11.

% perte de la litière	Régression linéaire		Régression polynomiale	
	Formule	R2	Formule	R2
Ruzi + cajanus	$y = 0,1963x + 13,757$	0,6994	$y = -0,0017x^2 + 0,4483x + 9,4804$	0,7816
Eleusine + cajanus	$y = 0,1878x + 10,326$	0,754	$y = -0,0005x^2 + 0,2667x + 8,9812$	0,7635
Eleusine + stylo	$y = 0,1308x + 17,117$	0,4055	$y = -0,0008x^2 + 0,25x + 15,094$	0,4295

Tableau 11: Courbes de tendance exprimant la vitesse de dégradation de litières en fonction du nombre de jour après leur dessiccation.

Discussions:

- Le R2 faible (0,40) de la courbe de tendance pour Eleusine + stylo ne permet pas d'analyser la courbe de régression.
- les résultats obtenus pour les mélanges ruzi+caja et Eleusine+caja sont relativement similaires; il faudrait pouvoir comparer ces courbes de prédiction avec des relevés de biomasses pour juger de la fiabilité du modèle.

2.2 Amélioration des systèmes d'élevage gros ruminants

2.2.1 Contexte

Après le riz, l'élevage de gros ruminants est l'activité la plus importante des ménages agricoles sur la plaine des jarres. Les gros ruminants contribuent pour 40 à 80% aux revenus moyens annuels des familles même si leur fonction première est de servir d'épargne sur pied (PRONAE, 2005).

Les modes d'élevage sont cependant très extensifs avec des charges moyennes allant de 0,1 à 0,3 animaux/ha (cf. photo 8) du fait de la faible qualité des ressources fourragères (dominées par *Themeda* et *Cymbopogon* sp) et de leur disparition rapide en fin de saison des pluies.

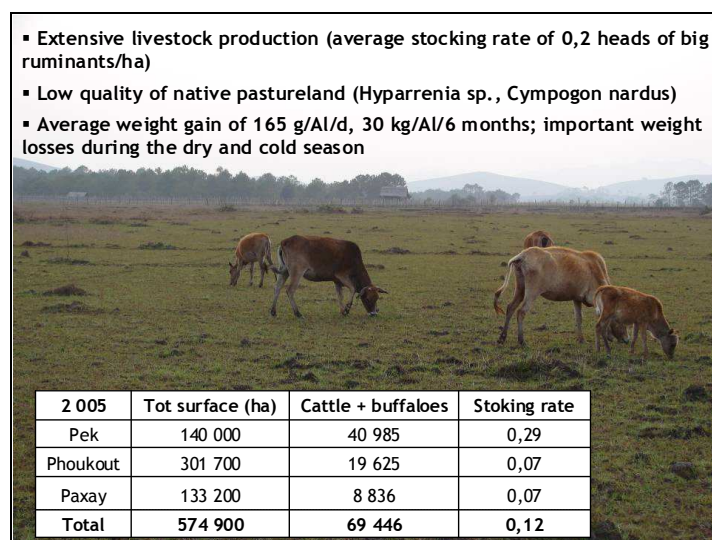


Photo 8: L'élevage extensif de gros ruminant et avec la production de riz la base des systèmes de production (© Lienhard, 2007)

Dans la lutte contre la pauvreté, l'intensification de la filière bovine dans la plaine des jarres est une priorité pour le gouvernement. Le développement de la filière passe par une intensification des systèmes fourragers et un changement dans les logiques de production.

Depuis 2005, le PRONAE teste sur le site de Xoy Nafa (district de Pek) les opportunités techniques et économiques d'engraissement de jeunes taurillons sur pâturage amélioré de *B. ruziziensis*.

Suite aux demandes des agriculteurs il a été décidé de tester de nouveaux modes d'intensification des systèmes fourragers intégrant les géniteurs.

2.2.2 Objectifs

Comparer les performances techniques et économiques d'un système d'engraissement de bovins sur pâturage amélioré avec le système traditionnel d'élevage extensif sur pâturage naturel.

Intégrer les remarques des groupements d'éleveurs (suivi-évaluation PRONAE 2008) demandant d'évaluer un schéma associant engraissement de jeunes taurillons et production de veaux sous mère pour limiter les difficultés liées à l'achat de jeunes mâles en début de saison des pluies (marché limité).

Comparer in fine les résultats avec ceux obtenus par le PRONAE sur le district de Pek (site de création de Xoy Nafa; essais conduits depuis 2005)

2.2.3 Méthodologie et dispositif expérimental

Deux systèmes d'élevage sont évalués:

1. Système témoin : Elevage extensif de bovins sur pâturage naturel

1. Charge animale habituelle : 0,1 à 0,2 tete/ha

2. Système d'élevage: animaux en divagation libre, rentrés périodiquement à l'étable

2. Système testé: Engraissement de jeunes bovins par pâturage tournant sur une pâture de *B. ruziziensis* en pur avec bandes de *stylosanthes guianensis* en périphérie

- Surface en pâturage amélioré : 1,5 ha
- Fertilisation d'entretien : 60-80-60 kg NPK/ha ; fractionner N et K20 en 4 apports (20-15-15-10)
- Pas d'engraissement en première année (récolte de semences)
- Charge animale les années suivantes : pour 1,5 ha: 3 jeunes taurillons à l'engraissement pour de la vente + 1 mâle et 2 femelles pour de la production de jeunes à engraisser l'année suivante
- Complémentation en sel + abris et abreuvoirs sur chaque bloc de la rotation

2.2.4 Principaux résultats

Les résultats zootechnique et économique sont présentés dans les annexes 9 et 10.

Les résultats économiques sont négatifs pour cette campagne (-220 USD).

Plusieurs facteurs cumulés expliquent ces résultats:

- l'augmentation du coût de la fertilisation entre 2007 et 2008 (cf. chapitre 2.1.4)
- le choix du géniteur mâle qui s'est avéré mauvais (animal impropre à la monte) d'où des femelles vides et l'entretien d'un animal sans gain financier pendant 3 mois (vente du taureau en août)
- la difficulté de vendre les femelles en septembre lorsqu'il s'est avéré i) qu'elles n'étaient pas pleines et ii) que leur entretien n'était pas rentable; l'entretien sans profit de 2 animaux a pesé sur les résultats économiques ;la difficulté à vendre les femelles en fin de saison a provoqué un surpâturage important de la parcelle (vente en novembre)
- l'entretien des géniteurs limitent le potentiel d'engraissement des taurillons

En conclusion:

Le système n'est rentable que dans une optique d'optimisation des gains de poids des animaux (= logique d'engraissement d'animaux sur un pas de temps court pour de la vente).

Le système traditionnel extensif est plus intéressant économiquement dans une logique d'entretien d'animaux.

Ces conclusions rejoignent celles du PRONAE dans l'analyse faite en 2008 des difficultés de diffusion de ces systèmes (logique d'épargne vs logique d'investissement productif).

Ce système mixte sera abandonné en 2009 pour revenir à un système d'engraissement strict de jeunes taurillons.

2.3 Amélioration des systèmes d'élevage porcin

2.3.1 Contexte

L'élevage de porcs est une composante importante des systèmes de production, notamment dans les zones d'agriculture de montagne. Les races locales se rapprochent du phénotype du porc gras chinois. Les animaux sont de petite taille, rustiques et de couleur noire. Leur conformation est étroite, ensellée et à ventre pendant. Leur poids moyen adulte est de 30-35 kg, mais les reproducteurs sélectionnés chez les Hmongs peuvent atteindre 70 kg (Chazée, 1998) (cf. photo 9)



Photo 9: Porc traditionnel de phénotype chinois (© Phantanivong, 2005)

Les pertes par maladies (peste porcine, septicémies) et par disparition (vols, prédateurs des porcelets) limitent de façon importante les résultats économiques de ces élevages.

L'amélioration des conditions phytosanitaires au niveau des bâtiments d'élevage permet d'améliorer grandement les résultats économiques des élevages.

Sur la base des résultats issus du projet PASS (Point d'Application du Sud Sayabouri), des activités de démonstration (bâtiments d'élevage) et de recherche (diversification des systèmes d'alimentation) sont projetées sur le CERFAC de Poa pour la campagne 2008.

2.3.2 Objectifs

Double objectif :

1. Evaluer l'interet zootechnique et économique d'un élevage en stabulation fixe sur balle de riz
2. Tester différents systèmes d'alimentation (l'alimentation représentant 80 à 90% des couts d'élevage)

La campagne 2008 a été consacrée à la construction des bâtiments d'élevage et la production de géniteurs (investissement).

2.3.3 Méthodologie et dispositif expérimental

Batiments d'élevage :

Technique coreenne consistant a elever les porcs sur une litiere de balle de riz.

Avantages:

1. Faible investissement
2. Bonne condition d'hygiene et suppression des odeurs
3. Pas de besoin en eau et en m.o. pour le nettoyage
4. Limite le stress et les blessures des animaux
5. Utilisation de la litière comme fumure organique

Choix du site pour l'installation de la porcherie

Choisir de preference une zone:

1. plane et non inondable (sans remontee de nappes en saison des pluies)
2. non utilisable pour l'agriculture (eviter la competition avec d'autres activites agricoles)
3. aérée
4. avec un point d'eau a proximite (alimentation en eau des animaux)

Composition de la litiere :

- La litiere est composee de balle de riz disposée par couche de 30cm (1 à 2 couches selon les disponibilités locales en balle de riz)
- Sur chaque couche de litiere, du sel est epandu afin d'accelerer les processus de degradation des excrements (500g pour 10 m2)
- De meme, une solution contenant des micro-organismes (EM, acheté ou produit à partir de fruits fermentés ; 2 cuilleree a soupe – 30ml- pour 10L d'eau) est epandue sur chaque couche. Cette operation devra ensuite etre repetee chaque semaine une fois l'elevage commencé

Animaux

Le dispositif est monté dans un objectif d'amélioration génétique (forte demande pour la production de F1 mixte pour de l'engraissement).

Achat d'animaux en juin non encore matures: 1 mâle de race Duroc et 5 femelles landrace x largewhite (poids initiaux compris entre 25 et 35 kg).

Suivis :

- économique: suivi des coûts pour le calcul de l'investissement initial nécessaire
- zootechnique: suivi du gain de croissance des géniteurs (par pesée et par barymétrie)

2.3.4 Principaux résultats

Analyse économique

Un détail des investissements réalisés est présenté en Annexe 11.

Un investissement de 2000 USD (soit 400 USD sur 5 ans) est nécessaire pour démarrer un atelier naisseur avec 6 animaux (1 male + 5 femelles).

Analyse zootechnique

La comparaison des pesées et des mesures barymétriques (tour de poitrine) effectuées sur Poa et sur les centres de prestation de service de Latbouak et Pienglouang a permis de définir une formule permettant d'estimer avec une bonne précision le poids des animaux à partir de leur tour de poitrine (cf. figure 4).

On obtient ainsi la relation suivante:

Poids estimé (kg) = 2,103 x tour de poitrine (cm) - 116,38

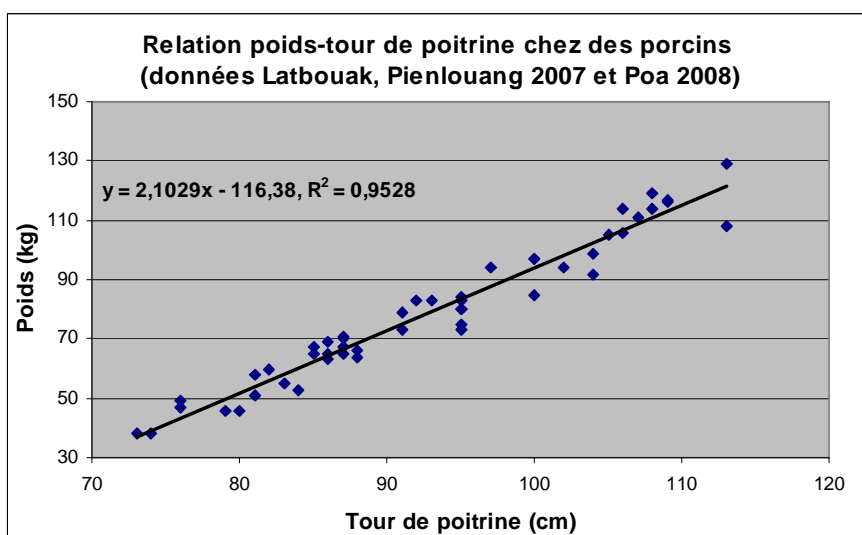


Figure 4: Relation poids-tour de poitrine chez des porcins

La figure 5 présente l'évolution du poids des animaux selon le nombre de jours en stabulation.

Les prises de poids sont assez importantes avec un gain de poids moyen quotidien (GMQ) de 590 g/j/al.

Gain mensuel	M1	F1	F2	F3	F4	F5
0	29	22	36	37	26	23
30	43	39	60	52	43	50
60	62	56	67	67	69	67
90	77	71	79	73	73	69
120	90	81	83	81	81	71
150	115	90	85	83	83	73
Total 5 mois (kg)	86	68	49	46	57	50
GMQ (g/j)	573	589	552	543	688	598

Figure 5: Evolution du poids des animaux selon le nombre de jours en stabulation

2.4 Amélioration et diversification des systèmes de culture pérenne

2.4.1 Contexte

A l'exception de certains sommets de colline, l'arbre est absent du paysage de la plaine des jarres. Compte tenu de son importance économique (fonctions multiples : chauffe, construction, vente etc.) et agronomique (microclimat, anti-érosif etc.), réintroduire l'arbre dans le paysage est capital.

Les stratégies gouvernementales de reforestation restent très extensives (cf. photo 10) et se heurtent aux pratiques locales (feux cf. photo 11), alors que les interventions du secteur privé pose le problème de la durabilité des sysytèmes (plantations d'eucalyptus acidifiantes).



Photo 10: Labour avant plantation à la volée de semences de pins (© Lienhard, 2007)

- Burning practices to enhance native grass re-growth
- Important constraints to reforestation program



Photo 11: Brûlis traditionnel pour régénérer les pâturages; impact sur les cultures pérennes (© Tivet, 2007)

2.4.2 Objectifs

Proposer des modes alternatifs de plantations (association culture pérenne / stylosanthes guianensis) et d'intégration agriculture-élevage (valorisation du lisier porcin).

Evaluer le comportement (croissance et résistance aux conditions hivernales) de différentes cultures pérennes (fruitiers et plantes industrielles).

2.4.3 Méthodologie et dispositif expérimental

- Implantation en 2007 de la couverture végétale (stylosanthes guianensis)
- Implantation en 2008 des différentes espèces à évaluer (choix espèces x fertilisation).
- Evaluation prévisionnelle sur la période 2008-2011.

En 2008, 5 espèces ont été implantées (cf. tableau ci-dessous).

Espèce	Densité/ha		Surf (m2)	Nb plants
Prunier	6mx4m	417	900	35
Pecher	6mx4m	417	900	35
Nashi	6mx4m	417	900	35
Manguier	6mx6m	278	900	25
Chataignier	6mx6m	278	900	25

2.4.4 Principaux résultats

Bilan à réaliser après l'hiver.



Pechers + stylosanthes guianensis (© Lienhard, 2008)

3 Activités de formation

4 étudiants (2 de l'université de Nabong, 2 de l'université de Luang Prabang) ont été accueillis de mai à novembre 2008

Les thèmes de stage proposés ont été les suivants :

- (i) Intensification des systèmes fourragers bovins dans la plaine des jarres : opportunité technique et économique d'un système d'élevage mixte (naisseur-engraisseur) sur paturage amélioré de *B. ruziziensis*
- (ii) Impact des modes de préparation parcellaire sur les variations qualitatives et quantitative de la macrofaune du sol
- (iii) Vitesse de décomposition de litières végétales
- (iv) Caractérisation physique des sols : Impact des modes de préparation parcellaire sur la stabilité structurale et de la densité apparente du sol

L'ensemble des étudiants ont soutenus leurs résultats en décembre dans leurs facultés respectives. Les rapports en lao sont disponibles au PROSA.

4 Activités de sensibilisation

Une des missions essentielles du CERFAC de Ban Poa est l'accueil de visiteurs (agriculteurs, projets comme décideurs politiques).

8 journées ont été organisées en 2008 qui ont permis la sensibilisation de 325 agriculteurs de Xieng Khouang et de Sayabouri (cf. annexe 13). Des visites de projets et de décideurs politiques ont également été accueillies (cf. rapport de M. Ienlang Panthanivong).

5 Activités de réservoir de matériel génétique

Le tableau 12 ci-dessous présente le matériel génétique produit sur le site en 2008 et pouvant éventuellement servir à alimenter le développement (sul bolikhan technik, kum ban pathana, projets etc.).

Espèces	Qté (kg)
Riz S1	340
Soja Asca	1240
Eleusine coracana	1350
Crotalaria ochroleuca	95
Stylosanthes guianensis CIAT 184	20
Avoine blanche MDG	476

Tableau 12: Matériel végétal produit sur le CERFAC de Poa en 2008

RAPPORT D'ACTIVITES

**Centre de Recherche et de Formation en Agriculture de Conservation
(CERFAC) Site de Ban Poa, district de Poukhout, province de Xieng
Khouang, Campagne 2008**

ANNEXES

Annexe 1 : Localisation du CERFAC de Ban Poa

Annexe 2 : Détail de la matrice systèmes de culture du CERFAC de Ban Poa

Annexe 3 : Résultats économiques RIZ selon le système de culture

Annexe 4 : Résultats économiques MAIS selon le système de culture

Annexe 5 : Résultats économiques SOJA selon le système de culture

Annexe 6 : Mode opératoire pour le suivi de la densité apparente (Da)

Annexe 7 : Mode opératoire pour le suivi du Diamètre Moyen des Particules (DMP)

Annexe 8 : Mode opératoire pour le suivi de la Macrofaune du sol

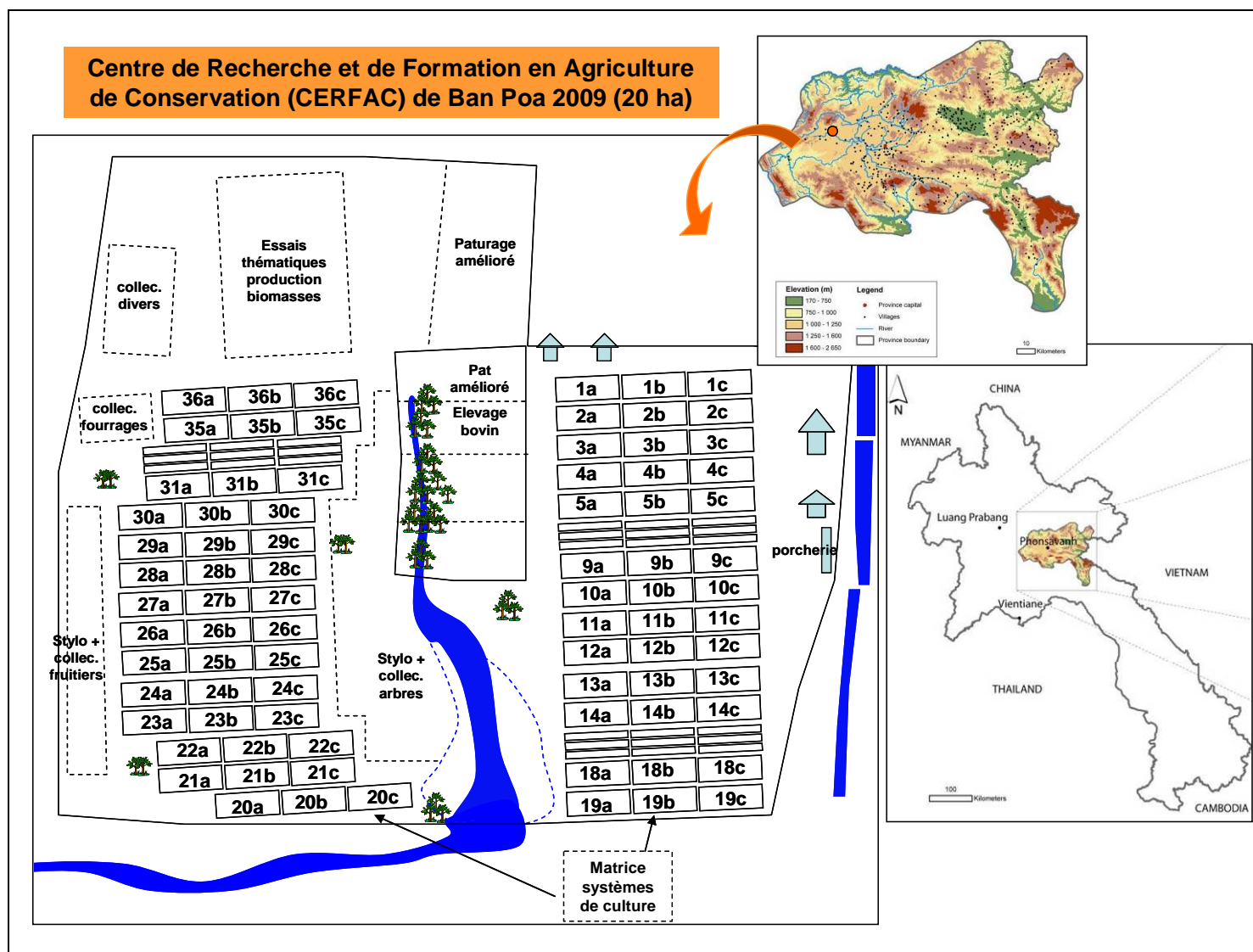
Annexe 9 : Atelier d'élevage bovin mixte sur pâturage amélioré : résultats zootechnique et économique par animal

Annexe 10 : Atelier d'élevage bovin mixte sur pâturage amélioré : analyse économique (coût bénéfice)

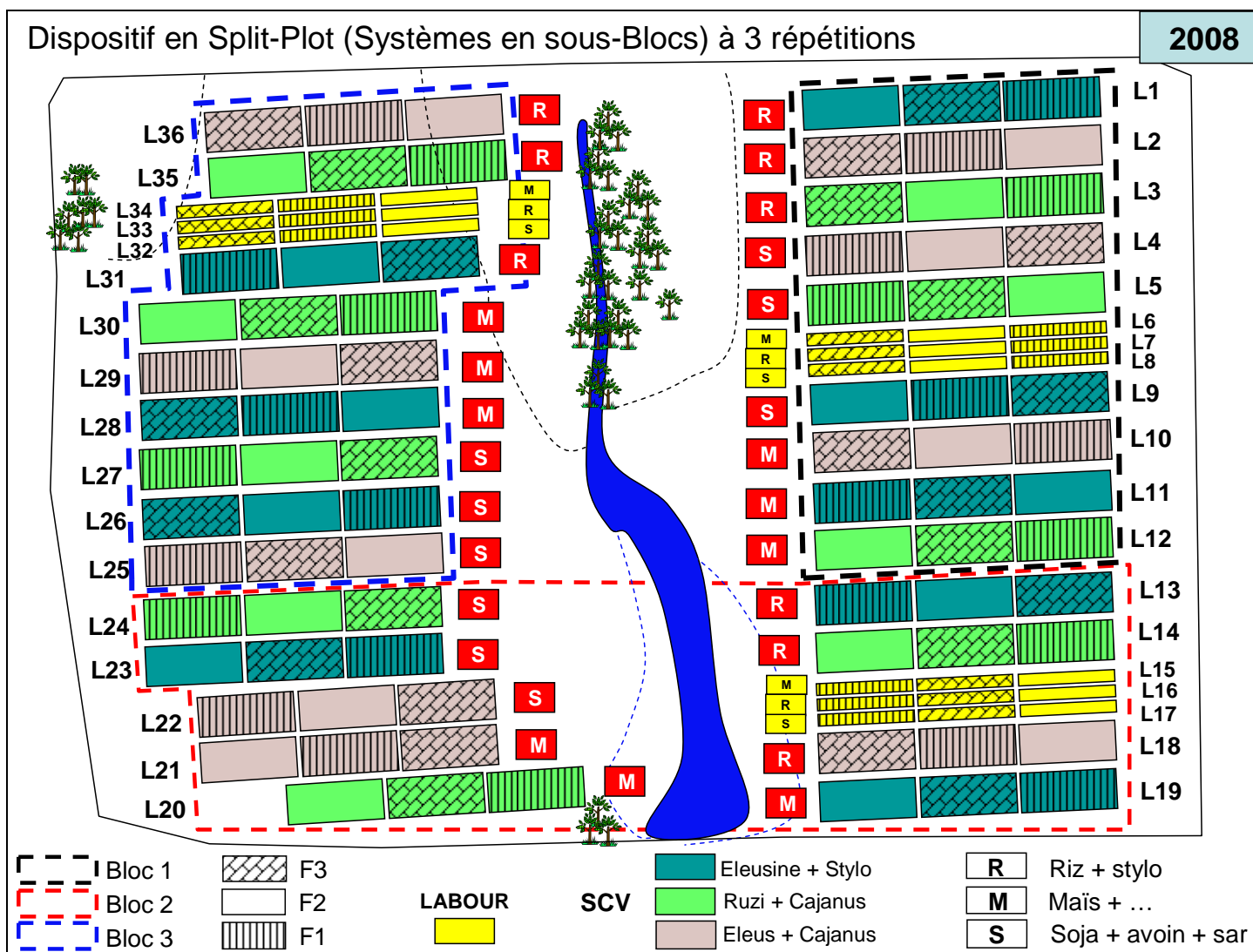
Annexe 11 : Investissements nécessaire pour la mise en place d'atelier porcin-naisseur

Annexe 12 : Liste des visites accueillies sur Poa en 2008

Annexe1 : Localisation du CERFAC de Ban Poa



Annexe2 : Détail de la matrice systèmes de culture du CERFAC de Ban Poa



Annexe 3 : Résultats économiques RIZ selon le système de culture

Riz sur Labour

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	6 538 310	9 333 620
Intrants (kip/ha)		
Semences	207 000	207 000
Engrais	4 211 310	7 006 620
Herbicide	0	0
Insecticide	200 000	200 000
Carburant	320 000	320 000
Opérations culturales	1 600 000	1 600 000
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO sarclage	24	26
MO Récolte	16	16
MO battage	2	2
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	58,0	64
BENEFICES (kips/ha)	3 155 600	3 075 100
Production (kg/ha)	1 372	1 337
Prix de vente (Kip/kg)	2 300	2 300
MARGE NETTE (kips /ha)	-3 382 710	-6 258 520
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-58 323	-97 789
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	2 843	4 058

Riz+stylo sur ruzi+caja

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	4 569 010	6 537 820
Intrants (kip/ha)		
Semences	487 000	487 000
Engrais	2 456 310	4 425 120
Herbicide	1 185 700	1 185 700
Insecticide	200 000	200 000
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	24
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	53
BENEFICES (kips/ha)	3 594 900	5 379 700
Production (kg/ha)	1 563	2 339
Prix de vente (Kip/kg)	2 300	2 300
MARGE NETTE (kips /ha)	-974 110	-1 158 120
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-23 193	-21 851
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	1 987	2 843

Riz+styleo sur Eleu+caja

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	4 505 510	6 474 320
Intrants (kip/ha)		
Semences	487 000	487 000
Engrais	2 456 310	4 425 120
Herbicide	1 122 200	1 122 200
Insecticide	200 000	200 000
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	25
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	54
BENEFICES (kips/ha)	3 824 900	6 490 600
Production (kg/ha)	1 663	2 822
Prix de vente (Kip/kg)	2 300	2 300
MARGE NETTE (kips /ha)	-680 610	16 280
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-16 205	301
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	1 959	2 815

Riz+styleo sur Eleus+styleo

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	4 515 010	6 483 820
Intrants (kip/ha)		
Semences	487 000	487 000
Engrais	2 456 310	4 425 120
Herbicide	1 131 700	1 131 700
Insecticide	200 000	200 000
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	16	23
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	40,0	52
BENEFICES (kips/ha)	3 155 600	5 377 400
Production (kg/ha)	1 372	2 338
Prix de vente (Kip/kg)	2 300	2 300
MARGE NETTE (kips /ha)	-1 359 410	-1 106 420
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-33 985	-21 277
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	1 963	2 819

Annexe 4 : Résultats économiques MAIS selon le système de culture

Maïs sur Labour

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	6 747 310	9 542 620
Intrants (kip/ha)		
Semences	616 000	616 000
Engrais	4 211 310	7 006 620
Herbicide	0	0
Insecticide	0	0
Carburant	320 000	320 000
Opérations culturales	1 600 000	1 600 000
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO sarclage	24	26
MO Récolte	16	16
MO battage	2	2
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	58,0	64
BENEFICES (kips/ha)	2 596 500	4 504 500
Production (kg/ha)	1 731	3 003
Prix de vente (Kip/kg)	1 500	1 500
MARGE NETTE (kips /ha)	-4 150 810	-5 038 120
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-71 566	-78 721
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	4 498	6 362

Maïs+El+cajanus sur
El+caja

Maïs+ruzi+cajanus sur ruzi+caja

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	3 647 110	5 615 920
Intrants (kip/ha)		
Semences	616 000	616 000
Engrais	2 456 310	4 425 120
Herbicide	334 800	334 800
Insecticide	0	0
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	24
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	53
BENEFICES (kips/ha)	90 000	484 500
Production (kg/ha)	60	323
Prix de vente (Kip/kg)	1 500	1 500
MARGE NETTE (kips /ha)	-3 557 110	-5 131 420
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-84 693	-96 819
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	2 431	3 744

Maïs+El+stylo sur El+stylo

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	3 692 510	5 661 320
Intrants (kip/ha)		
Semences	713 500	713 500
Engrais	2 456 310	4 425 120
Herbicide	282 700	282 700
Insecticide	0	0
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	24
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	53
BENEFICES (kips/ha)	1 672 500	3 313 000
Production maïs (kg/ha)	711	1 864
Prix de vente maïs (Kip/kg)	1 500	1 500
Production eleusine (kg/ha)	606	517
Prix de vente eleusine (Kip/kg)	1 000	1 000
MARGE NETTE (kips /ha)	-2 020 010	-2 348 320
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-2 841	-1 260
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	2 462	3 774

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	3 819 510	5 788 320
Intrants (kip/ha)		
Semences	850 000	850 000
Engrais	2 456 310	4 425 120
Herbicide	273 200	273 200
Insecticide	0	0
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	24
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	53
BENEFICES (kips/ha)	1 633 500	3 321 500
Production maïs (kg/ha)	825	1 929
Prix de vente maïs (Kip/kg)	1 500	1 500
Production eleusine (kg/ha)	396	428
Prix de vente eleusine (Kip/kg)	1 000	1 000
MARGE NETTE (kips /ha)	-2 186 010	-2 466 820
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-2 650	-1 279
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	3 820	5 788

Annexe 5 : Résultats économiques SOJA selon le système de culture

Soja sur Labour

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	6 575 090	8 793 590
Intrants (kip/ha)		
Semences	390 000	390 000
Engrais	3 945 090	6 163 590
Herbicide	0	0
Insecticide	320 000	320 000
Carburant	320 000	320 000
Opérations culturales	1 600 000	1 600 000
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO sarclage	24	26
MO Récolte	16	16
MO battage	2	2
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	58,0	64
BENEFICES (kips/ha)	2 681 000	3 283 000
Production (kg/ha)	383	469
Prix de vente (Kip/kg)	7 000	7 000
MARGE NETTE (kips /ha)	-3 894 090	-5 510 590
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-67 139	-86 103
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	939	1 256

soja+avoine+sarrazin sur ruzi+caja

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	3 699 890	5 091 890
Intrants (kip/ha)		
Semences	390 000	390 000
Engrais	2 190 090	3 582 090
Herbicide	559 800	559 800
Insecticide	320 000	320 000
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	24
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	53
BENEFICES (kips/ha)	2 604 000	3 059 000
Production (kg/ha)	372	437
Prix de vente (Kip/kg)	7 000	7 000
MARGE NETTE (kips /ha)	-1 095 890	-2 032 890
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-26 093	-38 356
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	529	727

soja+avoine+sarrazin sur Eleusine+caja

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	3 647 790	5 039 790
Intrants (kip/ha)		
Semences	390 000	390 000
Engrais	2 190 090	3 582 090
Herbicide	507 700	507 700
Insecticide	320 000	320 000
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	24
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	53
BENEFICES (kips/ha)	3 745 000	4 067 000
Production (kg/ha)	535	581
Prix de vente (Kip/kg)	7 000	7 000
MARGE NETTE (kips /ha)	97 210	-972 790
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	2 315	-18 355
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	521	720

soja+avoine+sarrazin sur Eleusine+stylo

	F1 (60-80-60)	F2 (120-160-120)
COUTS (kips/ha)	3 638 290	5 030 290
Intrants (kip/ha)		
Semences	390 000	390 000
Engrais	2 190 090	3 582 090
Herbicide	498 200	498 200
Insecticide	320 000	320 000
Carburant	240 000	240 000
Opérations culturales		
Main d'œuvre (hj/ha)		
MO preparation parcellaire	2	2
MO semis	3	3
MO fertilisation	11	15
MO contrôle phyto	6	6
MO Récolte	18	24
MO battage	2	3
MO sechage/stockage		
Total MO (hj/ha)	42,0	53
BENEFICES (kips/ha)	2 849 000	3 717 000
Production (kg/ha)	407	531
Prix de vente (Kip/kg)	7 000	7 000
MARGE NETTE (kips /ha)	-789 290	-1 313 290
PRODUCTIVITE TRAVAIL (kip/hj/ha)	-18 793	-24 779
Production pour arriver à la balance (kg/ha)	520	719


Soil Bulk density (Da) *a tool for soil porosity characterisation*


Introduction

Soil porosity is crucial for crops and soil microorganisms since oxygen and water flux in the soil depends on soil porosity.

Soil porosity is influenced by many factors of which organic matter content and human soil management practices are preponderant.

Soil bulk density (Da) is expressed in kg/dm³ (or g/cm³) and represents soil total porosity.





Methods

Da is measured on undisturbed soil samples using specific soil sampler and cylinders (see picture 1).

Da is obtained by dividing the soil dry weight (in grams) content in the cylinder by cylinder volume.

Soil samples are collected at depths of 0-10, 10-20 and 20-30 cm.

Three soil samples from each plot at every depth in the experimental field are taken to get three replications for each plot.


Soil sampling modalities are shown on pictures 2, 3 and 4.


Methods (suite)

Aluminum paper is used to roll up the cylinder after soil sampling in order to avoid soil losses while transferring soil samples to the laboratory.

Soil in excess above and below cylinder limits is then smoothly removed in laboratory using cutter. Care has to be taken while removing soil in excess in order not to lose soil aggregates: in relation with cylinder limited size, over or under bulk density estimation might be important.

After excess soil removal on top part of cylinder is finished, water is smoothly sprayed on soil surface to join together the aggregates and avoid losing soil when turning down the soil sample to remove soil in excess in the order side. Soil samples are then weighed 48H at 105°C.





Soil Mean Weight Diameter (MWD) *a tool for soil aggregation characterization*



Introduction

Soil aggregation is influenced by (a) the soil flocculation capacity and nature of the cations present, (b) the aluminum chemistry as a function of soil pH range, (c) the soil mineralogy, (d) the types of organic acids present, (e) the interaction and/or bond formation between clay particles, polyvalent cations and the organic matter, and (f) microbiological activity and the types of microorganisms involved. Organic matter is one of the most relevant factors to improve soil aggregation and these improvements can be evaluated by different aggregation indices.

The mean weight diameter (MWD) is one of these indices. It is obtained by breaking the soil into aggregate classes by the wet sieving method. The MWD will increase as the percentage of large aggregates retained in the sieves increases. The more MWD score is high the more "water-stable" is your soil. MWD varies according to the soil management practices and is a good indicator to see if physical conditions are being improved or not.





Methods

Soil samples are collected from trenches at depths of 0-10, 10-20 and 20-30 cm. Three soil samples from each plot at every depth in the experimental field are taken to get three replications for each plot. Each sample coming from the experimental field is subdivided into 2 parts, each with 100 g soil, in the laboratory. One part is dried in the oven at 105 °C to determine the sample soil moisture content used in the aggregation index calculations. The other sub-sample is used to obtain the aggregate size fractions through the wet sieving method (Yoder, 1936).

Samples are dried in the shade just to allow the loss of excess moisture, but care has to be taken not to excessively dry out the soil. If the soil dries out, the harder aggregates would give higher stability indices since they would be more resistant to breakdown in the wet sieving process.

The total soil mass of each sample is then passed through a 19 mm mesh sieve, clods greater in diameter than the sieve mesh being broken along their natural cleavage planes. This procedure is used to homogenize the samples, after which they are immediately placed in plastic bags to prevent further moisture loss.

Methods (suite)

The samples are moistened by capillarity, by placing them on a filter paper at the top sieve. The water volume is then raised inside the water tank to wet the filter paper and, consequently the soil. The time taken to moisten the soil was 15 min. The filter paper is then removed and the wet sieving process is carried out.

Each test uses six sieves of 8, 4, 2, 1, 0.5 and 0.25 mm grille.

The wet sieving process last 10 minutes. The sieves are then removed from the tank and the aggregates removed from each sieve to measure the dry weight. The aggregates retained in each sieve are weighed 24H in a drier at 105°C.












Soil Macro fauna survey

a tool for soil biological activity characterisation



What is biological activity?

Most of soil transformations presenting an interest for Agriculture have biochemical origins. Biochemical processes are both related to the presence in the soils of living organisms and to the enzymes they produce. Biochemical reactions are involved in soil genesis process and crops nutrition. A soil only exists when living organisms and organic matter compounds are added to minerals coming from rocks decomposition. This complex system (living organisms, organic matter, minerals) actively contributes to rocks alteration process, soil aggregation, nutrients migration etc. Crops nutrition also depends on biochemical processes. Micro organisms are forming all around crops roots a kind of continuous film called rhizosphere where are done all exchanges between organic matters, soil minerals and the crops. Knowing soil biological activity allows a better understanding of soil genesis process and soil-crop exchanges capacities.




Soil macro fauna main species

Adults:

- Dermaptera (earr pinners)
- Hymenoptera (ants)
- Coleoptera (ladybugs)
- Orthoptera (grasshoppers)
- Aranea (spiders)
- Lepidoptera (butterflies)
- Isoptera (termites)
- Hemiptera (bugs)
- Gastropoda (snails)
- Isopoda (crabs)
- Dictyoptera (cockroaches)
- Diplopodes (millipede)
- Chilopodes (millipede)
- Oligochaeta (earthworms)
- Scorpions
- Diptera (flies)

Larvae:

- Coleoptera (ladybugs)
- Diptera (flies)
- Lepidoptera (butterflies)





Soil macro fauna


The soil macro fauna involves all the fauna bigger than 2mm (see table for main considered species). Soil macro fauna survey is one interesting indicator of soil biological activity since fauna is involved in various biochemical processes such as: (i) crops and animals residues fragmentation and burial, (ii) bioturbation processes (buried soil elements brought back to soil surface, organic matter redistribution) and (iii) soil macro porosity. Soil macrofauna survey includes both qualitative (number of species present in the soil) and quantitative (number of individuals per m², weight of soil fauna per m²) aspects.

Methods

Soil macro fauna survey can be done either at maximum fauna activity period (high soil humidity and hot temperatures) and/or minimum fauna activity period (dry season and cool temperature). Survey is conducted following a plot transect. Fauna sampling is done on square of 25cmx25cm and 4 different depths: top soil, 0-10, 10-20 and 20-30cm. Minimum of 10 repetitions are required for each plot. Total fauna is collected on each depth using pliers and put into alcohol for identification in laboratory. Fauna identification and accounting is done under binocular glass. Fauna weight is done for each treatment at every depth and for each specie using electronic balance (at least 0,001g precision required). In relation with animal weight losses in alcohol, final weight is adjusted using specific coefficient for each specie (from 6 to 24%).







Annexe 9 : Atelier d'élevage bovin mixte sur pâturage amélioré : résultats zootechnique et économique par animal

Animal	No	Durée d'engraissement			Gain de poids			
		Début	Fin	Nb de jours	Poids initial (kg)	Poids final (kg)	Gain de poids (Kg)	Gain de poids moyen journalier (g/day)
Taurillon	1	11/05/08	11/09/08	123	121	174	53	431
Taurillon	2	11/05/08	11/09/08	123	137	191	54	439
Taurillon	3	11/05/08	11/09/08	123	130	178	48	390
Femelle	4	11/05/08	11/11/08	184	224	226	2	11
Femelle	5	11/05/08	11/11/08	184	205	207	2	11
Taureau	6	11/05/08	03/08/08	84	187	198	11	131
					1 004	1 174	170	

Animal	No	Durée d'engraissement			Valeur ajoutée			
		Début	Fin	Nb de jours	Valeur initiale (kips)	Valeur finale (kips)	Valeur ajoutée (kips)	Valeur ajoutée moyenne journalière (kips/j)
Taurillon	1	11/05/08	11/09/08	123	1800000	2700000	900000	7 317
Taurillon	2	11/05/08	11/09/08	123	1800000	2700000	900000	7 317
Taurillon	3	11/05/08	11/09/08	123	1800000	2700000	900000	7 317
Femelle	4	11/05/08	11/11/08	184	3200000	3200000	0	0
Femelle	5	11/05/08	11/11/08	184	3100000	3100000	0	0
Taureau	6	11/05/08	03/08/08	84	2800000	3 450 000	650000	7 738
					14 500 000	17 850 000	3 350 000	

Annexe 10 : Atelier d'élevage bovin mixte sur pâturage amélioré : analyse économique (coût bénéfice)

COSTS (1,5 ha)	Unit	Unit cost (US \$)	Qty	Total (US \$)
Land preparation				
Glyphosate	Liter	4	5	20
2,4D amin	Liter	4	2	8
Spraying cost	Unit	20	1,5	30
				58
Seeds & sowing				
B. ruziensis	kg	2,5	22	55
Stylosanthes guianensis	kg	3	2	6
Sowing cost	Unit	50	1,5	75
				136
Plot fencing				
Wood posts	piece	0,5	440	220
Barbed wire	piece	5	60	300
Nails	kg	1	20	20
				540
Total (US\$)				734
Annual depreciation on 4y (US\$)				184

Coût d'implantation d'1,5 ha de pâturage amélioré (cout total et amorti sur 4 ans)

ECONOMICAL ANALYSIS (1,5 ha)	2007		2008	
	Qty	Total (US\$)	Qty	Total (US\$)
COSTS		385		2268
Improved pastureland annual depreciation		184		184
Fence and pasture maintenance				60
Fertilizer		201		339
Animal purchase			6	1 670
Animal care				15
LABOUR	62		39	
Fence and pastureland implementation	26			
Plot maintenance			6	
Fertilizer broadcasting	6		5	
Seeds harvesting	30			
Cattle management			28	
BENEFITS				
Seeds production	182	455		
Cattle sale			6	2050
GROSS INCOME		455		2 050
NET INCOME		70		-218
LABOUR PRODUCTIVITY		1,13		-5,59

Analyse économique (coûts / bénéfices) 2008

Annexe 11 : Investissements nécessaires pour la mise en place d'un atelier porcin-naisseur

INVESTISSEMENTS	Unite	Cout unitaire (kips)	Qte	Cout (kips)
FINANCIER (kips)				17 640 000
Construction batiment d'elevage	40 m2	2 765 000	1	2 765 000
Balle de riz	sac	1 500	250	375 000
Achat géniteurs	6	variable		7 700 000
Prophylaxie	bouteille	10 000	2	20 000
Alimentation animaux		1 130 000*	6	6 780 000
AMORTISSEMENT sur 5 ans				3 528 000
MAIN D'ŒUVRE (h.j)				94
Construction batiments	h.j			32
Alimentation	h.j			52
Soins	h.j			10

* cout moyen par animal sur 6 mois

Batiments	Unite	Cout unitaire (kips)	Qte	Cout (kips)
Bois et poutres pour batiments		Forfait		300 000
Balle de riz	sac	1 500	250	375 000
Fibro-ciment	plaque	18 000	55	990 000
Clous	kg	10 000	20	200 000
Bassine 200L	unite	200 000	1	200 000
Tuyaux PVC	m	2 500	30	75 000
Raccords PVC	unites	3 000	20	60 000
Tuyaux plastiques	m	3 000	5	15 000
Pipettes	unite	20 000	15	300 000
Mangeoires	unite	15 000	10	150 000
EM	L	20 000	5	100 000
TOTAL				2 765 000

Bâtiments pour élevage naisseur: 1 male + 5 femelles (2,5m * 16m = 40m2)

Géniteurss	Unite	Cout unitaire (kips)	Qte	Cout (kips)
Male	unite	1 700 000	1	1 700 000
Femelle	unite	1 200 000	5	6 000 000
TOTAL				7 700 000

Géniteurs: 1 male + 5 femelles

Composition et cout de rations a base de son de riz, maïs et complement proteïque a 36%

Aliments	Teneur en proteine (%)	% de chaque aliment en fonction du poids des animaux			
		< 15kg	15-30kg	30-60kg	> 60kg
Son de riz	10%	35%	35%	40%	40%
Brisure de riz et/ou mais	8%	30%	35%	35%	40%
Complement proteique (36%)	36%	35%	30%	25%	20%
% proteine de la ration		18,5%	17,1%	15,8%	14,4%

Aliments	Qté (kg) de chaque aliment en fonction du poids des animaux			
	< 15kg	15-30kg	30-60kg	> 60kg
Son de riz	0,28	0,53	1,00	1,40
Brisure de riz et/ou mais	0,24	0,53	0,88	1,40
Complement proteique (36%)	0,28	0,45	0,63	0,70
ration moyenne journaliere (kg/animal/jour)	1,0	1,5	2,5	3,5

Aliments	Cout unitaire (kips/kg)	Cout (kips) de chaque aliment dans la ration			
		< 15kg	15-30kg	30-60kg	> 60kg
Son de riz	1 000	280	525	1 000	1 400
Brisure de riz et/ou mais	1 600	384	840	1 400	2 240
Complement proteique (36%)	6 667	1 867	3 000	4 167	4 667
Cout ration (kips/animal/jour)		2 531	4 365	6 567	8 307

Annexe 12 : Liste des visites accueillies sur Poa en 2008

Date	District	Village	Nb pers.	Site visité
22/7/10	Sayabouri	Parlay +Kenthao +Thongmyxay + Boten	60	Poua
5/9/08	Kham	Nalong+Xay+Leng	45	Poua
6/9/08	Nonghet	Phakkae+Phaklak+Nammene+Houayxouang	46	Poua
7/9/08	Pek	Khay+Viengxay+latbouk	45	Poua
8/9/08	Pek	Nakhone+Xoynafa+Yabsy	45	Poua
9/9/08	Pek	Leng+Khangpheung+Ngoy	40	Poua
10/9/08	Pek	My+Souxou+Phouhoum	44	Poua
8	Total		325	